

Bölcsészettudományi doktori disszertáció

A TANULÓK ELŐISMERETEINEK FELHASZNÁLÁSA A TANITÁSI-
TANULÁSI FOLYAMATBAN

Zátonyi Sándor

1984

T a r t a l o m

1. A VIZSGÁLAT CÉLJA ÉS TARTALMA	3
2. AZ ELŐISMERETEK VIZSGÁLATÁNAK ÉS FELHASZNÁLÁSÁ- NAK PROBLÉMÁI A PEDAGÓGIAI ÉS PSZICHOLÓGIAI IRO- DALOMBAN	7
3. A TANULÓK ELŐISMERETEIRE VONATKOZÓ VIZSGÁLATOK EREDMÉNYEI	16
3.1. A tanulók elektromosságtani előismeretei- nek sajátosságai a vizsgált témakörben	18
3.2. Egyszerű elektromos kapcsolások össze- állításai	78
3.3. A tanulók sebességgel kapcsolatos előis- meretei	96
4. KISÉRLETI TANÍTÁS AZ ELEKTROMOSSÁGTANI ELŐISME- RETEK FELHASZNÁLÁSÁVAL	111
4.1. Kisérleti tanítás a 8. osztályban	118
4.2. Kisérleti szakkör az 5. osztályban	137
5. A VIZSGÁLAT EREDMÉNYEINEK ALKALMAZÁSA	147
5.1. A vizsgálat eredményei és az ismeretek struk- turája az 1978-as tantervben	147
5.2. A vizsgálat eredményei és a tanítás-tanulás módszerei	152
IRODALOM	155

1. A VIZSGÁLAT CÉLJA ÉS TARTALMA

Általánosan elfogadott elv és gyakorlati törekvés, hogy az új ismeretek feldolgozását - más meghatározó tényezők mellett - a tanulók meglevő tapasztalataira, ismereteire alapozva kell végeznünk. E felismerés ellenére sem valósul meg ma még kellő mértékben nagyon sok esetben a tanulók előzetes ismereteinek optimális felhasználása.

Ennek az ellentmondásnak a feloldásához alapvető feltétel a tanulók ténylegesen felhasználható ismereteinek a feltárása, a tanulók spontán ismeretszerzésében megnyilvánuló gondolkodásmód sajátosságainak jobb megismerése, a hatékonyabb ismeretelsajátítást és állandó belső motivációt biztosító módszerek alkalmazása. Vizsgálatunkkal e problémák megoldásához kívántunk hozzájárulni.

A felhasználható ismeretek körének feltárása során számba kell vennünk egyrészt a korábbi osztályok tananyagából a kapcsolódó ismereteket, másrészt az iskolán kívül szerzett ismereteket is. Számolnunk kell azonban azzal a ténnyel is, hogy valamennyi tanuló nem sajátítja el maradéktalanul a teljes tantervi anyagot; nem tud minden tanuló 100 %-osan eleget tenni a tantervi követelményeknek. A ténylegesen felhasználható ismeretek köre tehát - a tanulócsoportok egészét tekintve - nem foglalja magába a

korábbi osztályok tantervi ismeretanyagának egészét.

Ugyanakkor a tanulók nagyon sok olyan ismerettel rendelkeznek, amely nem tananyag a korábbi osztályokban, de kapcsolódik az adott tantárgy /témakör/ anyagához, s így felhasználható a tanítás-tanulás folyamatában. Ezeket az ismereteket a tanulók környezetük megfigyelése, a televízió nézése, a rádió hallgatása, könyvek, folyóiratok olvasása, a felnőttekkel, társaikkal folytatott beszélgetés, játék és egyéb tevékenység közben szerzik.

Mindebből következik, hogy valamely tantárgy /témakör/ új anyagának feldolgozásához hasznosítható tanulói ismeretek részben az előző osztályok /témakörök/ ténylegesen elsajátított ismereteiből, részben az iskolán kívül szerzett ismeretekből tevődnek össze. A következőkben ilyen értelemben előismereteknek nevezzük mindazokat a tanulók tudatában ténylegesen meglevő ismereteket, amelyeket a tanulók iskolai tanulmányaik során és iskolán kívüli forrásokból szereztek valamely tantárgy /témakör/ szisztematikus iskolai feldolgozása előtt.

Az előismeretekre vonatkozó vizsgálatunkat a fizika tantárgy tananyagához kapcsolódva végeztük; feltételezve, hogy az előismeretek körének, mélységének, sajátosságainak feltárása és az előismereteknek a tanítás-tanulás folyamatában történő felhasználása terén szerzett tapasztalatok más tantárgyak keretében is hasznosíthatók. Ugyanakkor bizunk abban is, hogy a fizika keretében végzett vizsgálá-

tok adalékul szolgálnak az előismeretek feltárásának és felhasználásának általános problémaköréhez is, és erősítik az igényt a további kutatások iránt.

Vizsgálatunk a következő három témakörre terjedt ki:

1. Elektromosságtani előismeretek. Az 5. és a 8. osztályos tanulók elektromosságtani előismereteinek feltárása mellett tájékozódni kívántunk arról, hogy milyen módon oldják meg a tanulók az elektromossággal kapcsolatos problémákat, s milyen magyarázatokat keresnek a különböző jelenségekre.

2. Egyszerű elektromos kapcsolások összeállítása. E vizsgálat keretében arra kerestünk választ, hogy milyen mértékben képesek az 5., 6., 7. osztályos tanulók egyszerű elektromos áramköröket összeállítani az elektromosságra vonatkozó tanulmányaik megkezdése előtt.

3. A sebességgel kapcsolatos előismeretek. Az 5., 6., 7. és 8. osztályos tanulóktól kapott feladatmegoldások alapján arra kívántunk választ adni, hogy milyen módon fejlődik a tanulók sebesség-fogalma, és milyen mértékben képesek megoldani egyszerű számításos feladatokat a sebességgel kapcsolatban.

Választásunk a következő okok miatt esett e három témára:

a/ Mindhárom téma alapvetően fontos a fizikatanulmányok megalapozása szempontjából.

b/ A korábbi részvizsgálatok és a tanítási tapasztalatok alapján remélni lehetett, hogy mindegyik témakörben számottevő előismerettel rendelkeznek a tanulók.

c/ A három téma eltérő jellegű a várható előismeretek tartalmát és a hozzá kapcsolódó tevékenységi formákat tekintve /problémamegoldás analógia segítségével, külső tevékenységhez kapcsolódva, mennyiségi összefüggések felismerése, alkalmazása/. Így az előismeretek feltárásában és alkalmazásában szerzett tapasztalatok szélesebb körű általánosításra adnak lehetőséget.

Az előismeretekre vonatkozó vizsgálatok tapasztalatainak összegezése és elemzése alapján az elektromosságtani alapismeretek feldolgozására kísérleti tanítást végeztünk a 8. osztályban és kísérleti szakkört szerveztünk az 5. osztályban. Mindkét esetben azt vizsgáltuk, hogy milyen hatékonysággal lehet az adott szinten feldolgozni az elektromosságtani alapismereteket a tanulók előismereteinek tudatos és tervszerű felhasználásával.

A tanulók előismereteire vonatkozó vizsgálatok és az ezekhez kapcsolódó kísérleti tanítások tapasztalatai - megítélésünk szerint - adalékul szolgálhatnak a tantervek, tankönyvek továbbfejlesztéséhez, a tanítási-tanulási módszerek és eszközök céltudatosabb megválasztásához; végső soron tanításunk hatékonyságának növeléséhez.

2. AZ ELŐISMERETEK VIZSGÁLATÁNAK ÉS FELHASZNÁLÁ- SÁNAK PROBLÉMÁI A PEDAGÓGIAI ÉS PSZICHOLÓGIAI IRODALOMBAN

A tanulók meglevő ismereteinek vizsgálatával és felhasználásával foglalkozó pedagógiai és pszichológiai irodalom igen széleskörű. Ebből az alábbiakban elsősorban azokat a megállapításokat, kutatási eredményeket emeljük ki, amelyek közvetlenül kapcsolódnak az általunk vizsgált témához.

Nagy Sándor a tantervi feladatok meghatározásában, az oktatási folyamat megvalósulásában, a módszerek megválasztásában egyaránt szükségesnek tartja - más tényezők mellett - a tanulók meglevő ismereteinek figyelembe vételét. Az iskolai megismerésben számításba vehető információforrásokat elemezve, az iskolán kívül szerzett tapasztalatokról a következőket írja: "Feltétlenül értékesen hasznosíthatjuk a tanításon kívül /az iskolán kívül/ szerzett tapasztalatokat is. Mind az általános iskolai, mind a középiskolai fiatalok sok tapasztalattal jönnek az iskolába, jelentős számú emlékképük van különböző tárgyakról, jelenségekről, folyamatokról, amelyekkel a természetben vagy a társadalmi élet különböző területein találkoztak... A tanulók személyes élet-tapasztalatának a megfelelő helyen az oktatásban történő

bekapcsolása igen nagy jelentőségű, nemcsak érdeklődésük fokozódása és értelmük fejlődése szempontjából, hanem abban a tekintetben is, hogy előrehaladásukat szinte "tapínt-hatóan" ők maguk tudják az ilyen esetekben felmérni, s ez nagymértékben fokozza az iskolai munka iránti pozitív magatartásuk kialakulását." /Nagy S., 1967: 64, 80.1./.

Más helyütt a következőképpen emeli ki Nagy Sándor a tanulók iskolán kívül szerzett ismereteinek fontosságát, felhasználásuk szükségességét: "Vannak tárgyak, melyeknek tanulmányozásához nem lenne jó abból a feltevésből kiindulva hozzáfogni, hogy a tanulók semmit sem tudnak róla. Iskolán kívül szerzett tapasztalataikat lebecsülni hátrányos dolog, pedig ez eléggé gyakori az iskolákban. A spontán módon szerzett tapasztalat természetesen sok esetben pontatlan, hiányos, a spontán módon szerzett tudás esetenként töredékes és rendezetlen, tehát ezeket az oktatás folyamán nemcsak feltárni és felujítani kell, hanem arra is szükség van, hogy a hiányokat kiküszöböljük, s a rendszerezést elvégezzük."

/Nagy S., 1967: 104, 187.1./

Ágoston György a következőket írja: "Az oktatás céltudatosan beépíti az általa közvetített ismeretek rendszerébe a növendékeknek a szűkebb értelemben vett nevelési folyamat, tehát megszervezett életük során szerzett tapasztalatait, élményeit, ily módon is biztosítva a közvetített ismeretek személyes empirikus bázisát, amely az ismeretek belsővé válásának nélkülözhetetlen feltétele. A növendékek élettevékenységeiből a tanulásnak, tehát rendszeres ismeretszerzé-

süknek hatékony motivumai is fakadnak. Ugyanekkor természetes, hogy az oktatási folyamatban elsajátított ismeretek a tényleges élettevékenységek tudatos vezérlőivé, szervezőivé, irányítóivá válnak, tudatosítják, logikailag általánosítják az élettevékenységek során szerzett tapasztalatokat és élményeket." /Ágoston Gy., 1976.: 29.1./.

Szarka József szerint "komolyan meg kellene vizsgálni egyszer a gyermeki tapasztalat tartalmát, valóságos funkcióját, - mégpedig oly módon, hogy a tapasztalatok megszerzésének lehetőségét - kísérleti szituációban - intenzívebbé tesszük, sűrítjük" /Szarka J., 1971.: 103.1./.

Kelemen László a pedagógus és a tanuló viszonyának lélektanáról szólva hangsúlyozza a gyermek fejlődési sajátosságainak figyelembe vételét, s az ezekhez mért követeléseket, mint a megfelelő hatás elérésének szükséges feltételét /Kelemen L., 1967.: 91.1./.

Vigotszkij szerint "az oktatás csak akkor lehet jó, ha a fejlődés előtt halad. Akkor ösztönzi a fejlődést és számos olyan funkciót idéz elő, amely az érés stádiumában, a legközelebbi fejlődési zónában van." Ezt viszont csak akkor tudjuk biztosítani, ha konkrétan ismerjük, hogy tanulóink a "fejlődés" milyen fokán állnak. /Vigotszkij, 1971.: 277.1./

Bogojavlenszkij és Mencsinszkaja szerint "az új észlelését a gyermek személyes tapasztalatai során kialakult ismeretek erősen befolyásolják. Ha e tapasztalat tartalma a jelenségek lényeges ismertetőjegyeivel összhangban van, akkor

következik be, amit általában "megértésnek" nevezünk. Ellenkező esetben különböző fokú "meg nem értéssel" /vagy pontosabban: hibás megértéssel/ találkozunk. Viszont gyorsan elsajátítják a tanulók mindazokat az ismereteket, amelyek előző személyes tapasztalataikkal összhangban vannak. Ezek az ismeretek különösen tartósak és szilárdak lesznek". /Bogojevlenszkij-Mencsinszkaja, 1965.: 84., 86., 229.1./

A szerzők javaslatot adnak arra, miként célszerű eljárunk abban az esetben, ha megegyeznek, illetve ha eltérnek a tanulók meglevő ismeretei a tudományos ismerettől.

A pedagógiai és a pszichológiai irodalom tehát - az idézett forrásokon túl is - határozott formában hívja fel a figyelmet a tanulók meglevő ismereteinek - s ezen belül az iskolán kívül szerzett ismereteknek - a felhasználására, a tanulók fejlettségi szintjéhez való alkalmazkodásra. Ha ilyen szempontból áttekintjük fizikából az elmúlt évtizedek metodikai irodalmát, elsődlegesen annak vizsgálatával kapcsolatosan találunk tanulmányokat, hogy milyen eredményeket értek el a tanulók az adott tantervi anyag feldolgozásában; milyen mértékben lehet ezeket az ismereteket felhasználni a további tanulmányokban, s milyen módszertani eljárások alkalmazásával várható az eredmények növekedése.

E vizsgálatok egy része az akkoriban kidolgozásra kerülő tanterv előkészítését szolgálta /Kiss Á., 1960-61.; Bayer I., 1960/a., 1960/b./, más része egy-egy fizikai fogalom iskolai feldolgozásának fejlődését kutatta. Ez utóbbiak közül kiemelkedik Bayer István vizsgálata a fajsúly, a nyomás, a sebesség,

a munka és a teljesítmény tanításával kapcsolatban /Bayer I., 1973./.

Az IEA-felmérés lehetőséget adott arra, hogy más tantárgyak mellett fizikából is nemzetközi összehasonlítást tegyünk tanulóink és más országok tanulói által elért eredmények között /Báthory Z., 1973., Gecső E., 1974./.

Néhány eredményvizsgálatnak az volt a célja, hogy megállapítsa egy-egy területen /megyében, városban/ a fizikatanítás eredményességét, az általánosítható hibákat, és jelölje ezek alapján a teendőket /Mravik Mihály, 1967.;

Tatár I., 1970.; Balázs S., 1972./.

A közelmúltban pedig három olyan reprezentatív eredményvizsgálatról jelent meg publikáció, amely kiterjedt az ország egész területére /Varga L. - Zátonyi S., 1974-75.; 1977.: 47.l.; Veidner J., 1975.; Zátonyi S., 1982./

A fizika tanításával, tanulásával foglalkozó irodalomban az 1963-as tanterv bevezetését követően merül fel az igény az előismeretek konkrét számbavételére és felhasználására. A tanterv utasítási részében a következőket olvashatjuk: "Az általános iskolai fizikatanítás keretében egyrészt a tanulók által már tapasztalt fizikai jelenségeket, összefüggéseket kell tudatosítani, és a tudományosságnak az adott életkorban elérhető fokára emelni, másrészt a mechanika, a hőtan, a fénytan és az elektromosság tan eszközeivel és módszereivel olyan tényeket, fizikai jelenségeket kell vizsgáltatni, amelyek a tanulók iskolán kívüli tapasztalataik

és élményeik, iskolai tanulmányaik /környezetismeret, gyakorlati foglalkozás/ és értelmi képességeik alapján megérthetők és a korszerű műveltség szempontjából alapvető jelentőségűek" /Tanterv és utasítás az általános iskolák számára. 1963.: 415.1./.

A tanterv megvalósítását és a tankönyvek használatát segítő tanári kézikönyvek szerzői tanítási tapasztalataik alapján több témával /az erővel, a hőmérséklet-méréssel, a fényvisszaverődéssel, az uszással, a sebességgel, a munkával, a belső égésű motorral, az áramkörrel/ kapcsolatban adtak javaslatokat az iskolán kívül szerzett előismeretek felhasználására /Kovács Z. - Zátonyi S., 1965./b.:20., 23., 75., 98.1.; 1966/b.: 41.; 1967.: 11.1./. Ezek a javaslatok azonban a széleskörű vizsgálatok hiánya miatt szükségszerűen óvatosak. Így a fizika tanterv megvalósításának tapasztalatairól írt elemzések ismételten sürgetik az előismeretek konkrétabb számbavételét és felhasználását /Nyilas D., 1967., 1970./.

A tanulók előismereteinek konkrét feltárása érdekében tett első jelentős lépésnek kell tekintenünk azt a precíz, alapos, gondos munkát, amelyet Tihanyi Ferenc végzett az 1-5. osztályos tanulók közvetlenül használt iskolai segédeszközeinek /a tankönyveknek és a munkafüzeteknek/ tüzetes vizsgálatával és ezekből a "fizikai" tartalom kiemelésével, elemzésével.

A következőket írja: "Bizonyára sokan, talán mindannyian egyetértünk abban, hogy amikor a felső tagozaton egymás után belépő tantárgyak /köztük a fizika/ tanításával a tudományok kapuit nyitogatjuk a tanulók előtt, figyelembe kell vennünk eddigi életüket. Jó, ha számításba vesszük tantárgyunk tanítá-

sával kapcsolatos minden valószínű gyermeki tapasztalatukat, élményüket, tevékenységüket, beleértve mindezekbe az iskolai életben gyökerezőket /és talán elsősorban ezeket/. Ilyen viszszatekintő számbavétel mellett vezethetjük tovább a tanulókat "a tudományos ismeretszerzés útján" természetes módon, anélkül, hogy számukra életidegen utakra tévesztenénk őket" /Tihanyi F., 1968.: 36.1./.

A szerző tanulmányában részletes áttekintést ad az általános iskola fizika tantervében szereplő egyes témakörök 1-5. osztályos "előzményeiről". Kitűnik ebből, hogy a tankönyvekben és a munkafüzetekben elég nagy számú előzmény található; s ez jelentős előkészítést jelent a fizikatanítást illetően, - még akkor is, ha esetenként a megfogalmazás a fizika szemszögéből nézve nem a legpontosabb.

Az általunk végzett előismeret-vizsgálat megegyezik abban Tihanyi Ferenc vizsgálatával, hogy a fizika tantárgyszerű oktatását megelőző időszakra terjed ki. Eltérés mutatkozik a két vizsgálat között abban, hogy Tihanyi Ferenc vizsgálatának tárgya a tankönyvekben és a munkafüzetekben található "előzmény"; mi pedig a tanulók tudatában ténylegesen meglevő előismereteket vizsgáltuk. Ez utóbbi részben több, részben kevesebb az előbbinél; csak részlegesen fedik egymást.

A fizikai előismeretek vizsgálata szempontjából közvetlenül is hasznosítható volt számunkra Piaget és munkatársai kutatási eredményeinek jelentős része. Bár e kutatások pszichológiai jellegűek, a tényanyagul szolgáló anyag között számos

fizikai témájú feladatot találunk /Inhelder, B. - Piaget, J., 1967., Piaget, J., 1969.: 169., 288.1./. A feladatok megoldása közben adott tanulói válaszokat a kutatók - célkitűzésüknek megfelelően - fejlődéslélektani szempontból elemezték. Ugyanakkor a különböző koru tanulóktól származó válaszok értékes információkat adnak arra vonatkozóan is, hogy milyen foku fizikai előismeretekkel rendelkeznek a tanulók.

Néhány évvel ezelőtt kísérletet tettünk Piaget két vizsgálatának megismétlésére, elsősorban azzal a céllal, hogy a tapasztalatokat a fizikatanítás hatékonyságának növelése terén hasznosítsuk. A metodikai alkalmazáshoz szükségesnek tartottuk a vizsgálatot a mi adottságaink között is megismételni, mivel a kapott eredmény /Piaget szerint is/ függvénye a társadalmi környezetnek is /Kiss Á., 1969.: 26.1./. Másrészt vizsgálatunk során határozottabb módon kívántuk a fizikai előismereteket előtérbe állítani. A tanulók előismereteinek, illetve gondolkodásmódjának ismeretében osztálykeretek közötti tanításban kíséreltük meg a feltárt előismereteket felhasználni. Mindkét vizsgálat meglepő tapasztalatokat szolgáltatott az előismertek terén és hasznos tanulságokat adott a vizsgálat módszerét illetően /Zátonyi S., 1969., 1973/b/.

Az egyszerű elektromos kapcsolások összeállításában megmutatkozó sajátosságok elemzéséhez megalapozó jellegű volt számunkra Salamon Jenő kutatása a gyermekek cselekvésében megnyilvánuló gondolkodás témájában. A szerző a tanulók technikai konstruáló tevékenységét elemezte. Számos elméleti és gyakorlati megállapítása kiindulási alapul szolgált a mi vizsgálatunkhoz is, hiszen az elektromos áramkörök összeállításához is szükséges bizonyos foku "konstruálási" képesség. A kapcsolások

összeállításának tudatosságát, gyorsaságát is befolyásolja a tanulók gondolkodási képessége, a feltételek megértése, az egyes alkatrészek funkciójának a felismerése, a korábbi tapasztalatok felhasználásának a mértéke /Salamon J., 1964., 1973./.

Ugyancsak közvetlenül hasznosíthattuk az egyszerű elektromos kapcsolások összeállításában tapasztalható sajátosságok elemzésében Nagy László és Kudrjavcev kutatásainak egyes megállapításait, eredményeit. Nagy László, amikor a tanulók gondolkodásának sajátosságait vizsgálta az ismeretek alkalmazásának fázisában, tényanyagául az izzók soros és párhuzamos kapcsolása szolgált. Többek között ugyanez a téma szerepelt Kudrjavcev vizsgálatában is, amikor az elméleti és gyakorlati műveletek egymáshoz való viszonyát elemezte a tanulók villanszerelési munkájának megfigyeléséből kiindulva /Nagy L., 1970.; Bogojavlenszkij - Kalmikova - Kudrjavcev, 1966.; 115.1./.

3. A TANULÓK ELŐISMERETEIRE VONATKOZÓ VIZSGÁLATOK

EREDMÉNYEI

Az 1963-ban bevezetett általános iskolai tanterv szerint tanulóink csak a 8. osztályban kezdték meg az elektromosságtan alapjainak szisztematikus tanulását. Ezt megelőzően azonban már az 1-7. osztályban is több alkalommal szóba került az iskolában több, elektromossággal összefüggő ismeret. "Az elektromosság tárgykörébe vágó jelenségek, eszközök, fogalmak nem tervszerűen elrendezve vagy különös fizikaoktatási tendenciával /de nyilván a tudatosítás igényével/ kerültek a tankönyvekbe, hanem a gyermekek környezetének "természetes" technikai elemeiként; mint beszélgetési témák többé vagy kevésbé hangsúlyozott mozzanatai" /Tihanyi F., 1968.: 79.1./.

Ezzel párhuzamosan a tanulók széleskörű megfigyelést végeznek környezetükben az elektromossággal kapcsolatban /utca, lakás elektromos hálózata; villamos, trolibusz, munkagépek, háztartási gépek, rádió, televízió, magnó, lemezjátszó stb./. Több elektromos eszközt maguk is használnak /zseblámpa, vetítőgép, elektromos játékok stb./.

Néhány tanuló a rádióépítéssel is megpróbálkozik, még mielőtt az iskolában elektromosságtant tanulna. Nem biztos, hogy a tanulók megértik a rádió működésének az elvét, de tény, hogy az építés során sok olyan ismeretre tesznek szert, amely előnyt

jelent számukra az elektromosságtan iskolai elsajátításában.
/Megismerkednek a rádióépítéshez használt alkatrészekkel, azok elektromos adataival, a kapcsolási rajzokkal stb./

A tanulók sebességgel kapcsolatos előismeretei részben iskolai tanulmányaikból származnak, részben iskolán kívüli tapasztalatokból, élményekből. Számos feladatot oldanak meg a tanulók a mozgással kapcsolatosan matematikából már az 1-4. osztályban is; esetenként szóba kerül a testek mozgása a technika és a környezetismeret órákon is.

Sokoldalú tapasztalatra tesznek szert a tanulók a járművek mozgásával, sebességével kapcsolatban. Gyakran megfigyelhették, hogy a kerékpár, motorkerékpár, teherautó, személyautó közül melyik halad "gyorsabban, lassabban", hallhatták azt a kifejezést is, hogy melyiknek "nagyobb, illetve kisebb a sebése". A gépkocsiban ülve megfigyelhették, hogy mekkora értéket mutat a sebességmérő; sokan tudják, hogy lakott területen maximálisan $60 \frac{\text{km}}{\text{h}}$, lakott területen kívül $80 \frac{\text{km}}{\text{h}}$ sebességgel haladhatnak a járművek.

Sok élményük, megfigyelésük, tapasztalatuk van a tanulóknak a vonaton való utazásból adódóan. Megfigyelhetik, hogy a csomagjuk nyugalomban van a vonathoz képest, de mozgásban van a földhöz képest. /Az indulási állomáson tették föl a csomagtartóra, és az érkezési állomáson vették le./ Összehasonlíthatják a vonat sebességét a vasuttal párhuzamosan levő uton haladó autó sebességével, a másik vágányon haladó vonat sebességével.

A járműveken való utazás reális élményt ad a tanulók számára két helység közötti távolságról, s az ennek megtételéhez

szükséges időről. Más-más ez az idő attól függően, hogy milyen sebességű járművel teszik meg a két helység közti utat.

Számos előismeretre tesznek szert a tanulók mind az elektromossággal, mind a sebességgel kapcsolatban a televízió nézése, a rádió hallgatása és a könyvek, folyóiratok, újságok olvasása közben. Nagyon sok tanuló a felmerülő kérdéseire, problémáira a felnőttektől, barátaitól kér választ. E beszélgetések is bővíthetik a tanulók előismereteit.

Az alábbiakban témánként ismertetjük a tanulók elektromossággal, elektromos kapcsolásokkal és a sebességgel kapcsolatos előismereteit.

3.1 A tanulók elektromosságtani előismereteinek sajátosságai a vizsgált témakörökben

Az előismeretekre vonatkozó vizsgálat eredményeiből elsősorban azt kívántuk megállapítani, hogy milyen mértékben ismertek a tanulók előtt az elektromosságtan alapfogalmai e téma szisztematikus feldolgozása előtt; vizsgálni kívántuk, hogy mennyire ismerik a tanulók a köznapi szóhasználatban előforduló, elektromossággal kapcsolatos szavakat, kifejezéseket, s milyen tartalom van ezek mögött.

A vizsgálat módszere

Az előismeretek vizsgálatát kérdésekre adott írásos tanulói válaszok és ezeket kiegészítő egyéni beszélgetések formájában végeztük.

A vizsgálatot Békés, Győr-Sopron és Pest megye 31 iskolájának 65 tanulócsoportjában végeztük a területileg illetékes szakfelügyelők segítségével. A vizsgálat 1665 tanulóra terjedt ki, közülük 802 tanuló volt 5. osztályos, 863 tanuló 8. osztályos. A felmérést 1970-71-ben végeztük, az 5. osztályban az I. negyedévben, a 8. osztályban az első tanítási héten, az elektromosságtan tantervi anyagának feldolgozása előtt.

A kérdések összeállítása előtt olyan 5-8. osztályos tanulókkal folytattunk egyéni beszélgetést, akik más tanulócsoportba tartoztak, mint ahol a felmérést terveztük. E beszélgetések célja annak felderítése volt, hogy melyek azok az ismeretek, szavak, kifejezések, amelyek az elektromosság /áram, villany/ szavakhoz kapcsolódnak. Az így nyert tapasztalati anyag és a korábbi tanítási gyakorlat során gyűjtött tényanyag alapján állítottuk össze az elektromosságtani előismeretekre vonatkozó kérdéseket.

A kérdésekre kapott válaszok egy része szükségessé tette, hogy újabb oldalról vizsgáljuk meg az előismereteket. Az előismeretek vizsgálatának első, kezdeti eredményei ezen túl arra adtak ösztönzést, hogy vizsgálatainkat kiterjesszük az elektromosság további témaköreire. E témákkal kapcsolatban megfogalmazott kérdésekre a vizsgálat második évében 1620 tanulótól kérünk választ. E tanulók közül 831 volt 5. osztályos, 789 volt 8. osztályos. Az előző évihez hasonlóan, ezt a felmérést is az 5. osztályban az I. negyedévben, a 8. osztályban az első tanítási héten, az elektromosságtan tantervi anyagának feldolgo-

zása előtt végeztük.

Az elektromosságtani előismeretek vizsgálata a következő témákra terjedt ki:

1. Vezetők, szigetelők.
2. Az áramkör; a fogyasztók soros és párhuzamos kapcsolása.
3. Az elektromos energiát szolgáltató és felhasználó eszközök.
4. Az elektromos mennyiségek, mértékegységek.
5. A hálózati áram tulajdonságai.

Eredmények

A következőkben ismertetjük a tanulók írásos válaszai alapján elektromosságtani előismereteiket. Az elemzést olyan szempontból kiindulva végezzük, hogy megállapíthassuk, melyek azok az előismeretek, amelyek közvetlenül felhasználhatók az elektromosságtan tanításában, illetve melyek szorulnak kiegészítésre, helyesbitésre.

1. Vezetők, szigetelők

E témával kapcsolatban a következő kérdésekre kértünk választ a tanulóktól:

1. Sorolj fel olyan anyagokat, amelyek vezetik az elektromos áramot!
2. Sorolj fel olyan anyagokat, amelyek nem vezetik az elektromos áramot!

3. Mely anyagok vezetik az elektromos áramot a következő anyagok közül: üveg, gumi, vas, porcelán, réz, alumínium, száraz fa, grafit, emberi test, műanyag, talajvíz, papír?

Az 1. kérdésre kapott válaszok alapján azt kívántuk megtudni, hogy melyek a legismertebb elektromos vezetők a tanulók számára. Azt kértük a tanulóktól, hogy igyekezzenek minél több anyagot megnevezni, de elsősorban a válaszok helyességére, s ne a felsorolt anyagok számának minden áron való növelésére törekedjenek.

Az 5. és a 8. osztályos tanulók válaszainak száma, s a helyes válaszok aránya az 1. táblázatban látható.

1. táblázat

	5. osztály	8. osztály
A tanulók száma	802	863
A megnevezett anyagok száma	76	102
Az összes válaszok száma	1684	2693
Az egy tanulóra jutó átlag	2,10	3,12
A helyes válaszok aránya	92 %	97 %

Meglepő volt számunkra, hogy már az 5. osztályos tanulók is, de különösen a 8. osztályos tanulók olyan sokféle /76 illetve 102/ anyagot soroltak fel, amire egy tankönyvben sincs példa, s a tanítási órán sincs lehetőség. A helyes vá-

laszok aránya olyan magas mindkét osztályban /92 % illetve 97 %/, amivel elégedettek lehetnénk bármely anyagrészt el-sajátítását illetően abban az esetben is, ha az eredményvizsgálat az adott tananyag feldolgozása után történne.

A válaszok egy részében a tanulók nem konkrét anyagot neveztek meg, hanem olyan kifejezést használtak, amelyből nem lehet az anyagra határozottan következtetni /huzal, drót, kábel, vezeték/. A válaszok más részében ugyancsak nem valamilyen anyagot, hanem elektromos eszközt neveztek meg /rádió, televízió, vasaló, konnektor, kapcsoló stb./.

A válaszok között olyanokat is találunk, amelyeket nem lehet egyértelműen sem az elektromos vezetők, sem a szigetelők csoportjába sorolni, mert az adott anyagok a körülményektől függően vezetik az elektromos áramot, más esetben nem. Az egyik leány például a betont a vezetők közé sorolta, mert az édesanyja gumiszőnyeget tétet a lába alá, ha vasal. Az egyik fiú viszont a szigetelők közé sorolta a betont, mivel nem világított a zsebizzó, amikor a zsebitelep áramkörébe iktatott egy betondarabkát.

A vezetőként legnagyobb arányban megnevezett anyagokat a 2. táblázat tartalmazza. A feltüntetett adatok azt mutatják, hogy a vizsgált tanulóknak hány százaléka nevezte meg az egyes anyagokat vezetőként.

2. táblázat

	5. osztály	8. osztály
A tanulók száma	802	863
Réz	15%	47%
Vas	31%	56%
Alumínium	21%	38%
Fémek	11%	32%
Víz	12%	26%
Grafit	-	23%
Húzal, drót	47%	17%

A táblázat tanúsága szerint az 5. osztályos tanulók jelentős részében még nem tudatosult, hogy az elektromos áram vezetésére használt huzalok különböző anyaguak lehetnek. Erre következtethetünk abból, hogy az 5. osztályos tanulók 47%-a nevezte meg vezetőként a huzalt, drótot. E tanulóknak mintegy harmada a "villanydrót" kifejezést használta. A köznap nyelvben ezzel a szóval jelölik azokat a huzalokat, amelyeket elektromos szereléshez gyártanak és használnak, megkülönböztetésül a más rendeltetésű huzaloktól. A 8. osztályos tanulók már nem használják a "villanydrót" kifejezést. A tágabb jelentésű "huzal, drót" kifejezés is a 8. osztályos tanulmányok megkezdéséig az 1. helyről a 7. helyre szorul vissza.

Feltehetően ebben az esetben egy olyan fejlődési tendencia nyilvánul meg, amely az általánostól vezet az egyedi felé; a vezetőként felsorolt anyagok még nem képeznek rendszert: a "huzal, drót" fogalma a tanulók egy részénél még azonos rendű fogalom a réz, alumínium, vas stb. fogalmával /Vigotszkij, 1971.: 298., 312. 1./

Az 5. osztályos tanulók által legnagyobb arányban konkrétan megnevezett vezetők: a vas /31 %/, az alumínium /21 %/ és a réz /15 %/, az a három fém, amelyet az elektrotechnikában is a leggyakrabban használnak. A 8. osztályosok mindhármat nagyobb arányban nevezték meg, de ezen belül a réz az alumínium elé került. Ez azzal magyarázható, hogy időközben a gyakorlati foglalkozáson is dolgoztak a tanulók ezzel az anyaggal, és az 1963-ban bevezetett tanterv szerint kémiából is szóba került a 7. osztályban az anyagok fizikai tulajdonságaival és a redukcióval kapcsolatban /Küronya I., 1971.: 13., 82.1/.

Azt az általánosítást, hogy a fémek vezetik az áramot, az 5. osztályban a tanulók 11 %-a, a 8. osztályban a tanulók 32 %-a írta. A jelentős különbség elsősorban azzal magyarázható, hogy a 7. osztályos kémia tankönyv a fémek tulajdonságaként írta, hogy a fémek vezetik az elektromos áramot /Küronya I., 1971., Smidéliusz Zs., 1972./.

A vizet egyaránt sorolták a tanulók a vezetők és a szigetelők közé. Legtöbbször az első esetben kútvizet, vagy csupán vizet írt, a második esetben pedig "tisztá viz, desz-

tillált viz" kifejezést használt. Az 5. osztályos tanulók 15 %-a, a 8. osztályos tanulók 26 %-a nevezte meg vezetőként a vizet. A jelentős eltérés okát a spontán ismeretszerzés mellett abban kell keresnünk, hogy kémiából gyakran került szóba közvetlen vagy közvetett formában, hogy a víz vezeti az elektromos áramot. Például a vízbontással kapcsolatban azt írta az 1963-ban bevezetett tanterv alapján kidolgozott 7. osztályos kémia tankönyv, hogy a "vizbe elektromos áramot vezetünk", s ennek hatására a víz alkotó részeire bomlik. A tűzoltással kapcsolatban pedig az olvasható, hogy "égő elektromos berendezéseket... nem szabad vízzel oltani!" /Küronya I., 1971.: 30., 65., 77.1./. Mindezekből a tanuló számára az a következtetés adódik, hogy a víz vezeti az elektromos áramot. /Az már a fizika feladata, hogy különbséget tegyen a kutviz, a talajviz, illetve a desztillált víz között áramvezetés szempontjából./

Az 5. osztályos tanulók közül senki sem írta vezetőként a grafitot, ugyanakkor a 8. osztályosok válaszában 23 %-os arányban szerepel ez az anyag. Ennek magyarázatát abban látjuk, hogy a grafit szó a köznapi szóhasználatban csak ritkán fordul elő, így az 5. osztályosok számára ismeretlen. A 7. osztályos kémia keretében viszont részletesen megismertek a tanulók ezzel az anyaggal, s többek között azt is tanulták, hogy a grafit vezeti az elektromos áramot /Küronya I., 1971.: 116.1./. Így a 8. osztályosok számára már természetesen adódott ennek az anyagnak vezetőként való említése.

A válaszokban szereplő többi anyagot 10 %-nál kisebb arányban írták a tanulók. 5-10 % közötti arányban található a válaszok között az acél, a szén, a vizes fa. Néhány anyag azok közül, amelyet a tanulók 5 %-nál kisebb arányban említettek a tanulók: ólom, cink, arany, ezüst, wolfram, ón, emberi test. Néhány ritkábban előforduló, de a tanulók előismereteit tekintve figyelemre méltó anyag-megnevezés: króm, magnézium, rézgálic-oldat, higany, germánium, króm-nikkel, ellenálláshuzal, sós víz, lugos víz, vizes anyagok, savak.

A hibás válaszok között legnagyobb arányban az üveg fordul elő /a tanulók 1,4 %-ánál/. Kis számban /a tanulók 1 %-ánál kisebb arányban/ írták a tanulók vezetőként a celluloidot, a petróleumot, a porcelánt, a gumit és a műanyagot.

- x -

A 2. kérdésre adott válaszok alapján arra kívántunk választ kapni, melyek a legismertebb elektromos szigetelők a tanulók számára.

Az 5. és a 8. osztályos tanulók válaszainak száma és a helyes válaszok aránya a 3. táblázatban látható.

3. táblázat

	5. osztály	8. osztály
A tanulók száma	802	863
A megnevezett anyagok száma	82	113
Az összes válaszok száma	1678	2851
Az egy tanulóra jutó átlag	2,09	3,30
A helyes válaszok aránya	86%	95%

Mind az 5., mind a 8. osztályos tanulók többféle elektromos szigetelő anyagot neveztek meg, mint vezetőt. A helyes válaszok aránya azonban néhány százalékkal alacsonyabb, mint a vezetők esetében. Ezt az eredményt is igen szépnek kell azonban tekintenünk, különösen ha figyelembe vesszük, hogy olyan ismeretről van szó, amely a vizsgálat idején csak a 8. osztályos tantervben, tankönyvben szerepelt feldolgozandó anyagként.

A válaszok egy részében - akárcsak az 1. kérdés esetében - nem valamilyen anyagot, hanem elektromos eszközt /rádió, vasaló, kapcsoló stb./ nevezett meg a tanulók kis hányada. Ezekben az eszközökben valóban van szigetelő anyag, de mégsem kielégítő válasz ezek megnevezése a feltett kérdésre.

A válaszok 1,4 %-a olyan anyagokra vonatkozik, amelyek nem sorolhatók egyértelműen sem a szigetelők, sem a vezetők csoportjába /beton, föld, bőr stb./.

A szigetelőként legnagyobb arányban megnevezett anyagokat a 4. táblázat mutatja:

4. táblázat

	5. osztály	8. osztály
A tanulók száma	802	863
Fa /száraz/	44%	42%
Műanyag	31%	42%
Gumi	27%	39%
Üveg	17%	39%
Papír	17%	28%
Ruha, textil	7%	17%
Porcelán	3%	12%

Bár a 8. osztályos tanulók mindegyik anyagot nagyobb arányban irták, mint az 5. osztályos tanulók, a legnagyobb arányban szereplő anyagok sorrendje azonos. Az 5. és a 8. osztály közötti időszakban tehát nem szereznek a tanulók egyik anyaggal kapcsolatban sem a többihez képest kiemelkedően jelentős, új ismeretanyagot, - ellentétben az elektromos vezetőknél tapasztaltakkal.

Számunkra meglepő volt, hogy kiemelkedően magas arányban /44% illetve 70%/ irták a tanulók szigetelőként a fát /száraz fát/, annak ellenére, hogy a fa az elektrotechnikában nem jellegzetes, nem elterjedt szigetelő anyag. A tanulókkal folytatott egyéni beszélgetésből kiderült, hogy a hőszigeteléssel kapcsolatosan számos tapasztalatuk van; beszélgettek is erről a környezetismereti órákon. Ebben a vonatkozásban viszont a legtöbbet emlegetett anyag a fa. A tanulók analógiát vontak a hőszigetelés és az elektromos szigetelés között, s innen adódik a fa kiemelkedő aránya.

A 8. osztályos tanulók pedig az előző évben fizikából tanultak a hőszigetelésről, s ennek keretében számos olyan gyakorlati alkalmazással ismerkedtek meg, amelyben a fa mint hőszigetelő anyag szerepel /Kovács Z. - Zátonyi S., 1965. a.: 190., 191.1./.

Egy másik kérdésre /3.1.2 fejezet 1. feladat/ adott válaszokból kiderül, hogy a tanulók egy része az elektromos áramot is a hővezetés analógiájára képzelel el. Így természetesen adódik, még a 8. osztályosok számára is, hogy ezt a közismert anyagot írják legnagyobb arányban elektromos szigetelőként, amelyet fontos, gyakran alkalmazott hőszigetelőként ismertek meg.

A tanulók válaszaiban legnagyobb arányban szereplő, soronkövetkező anyagok kivétel nélkül az iparban is használt, fontos szigetelő anyagok. A műanyag, gumi, üveg, porcelánon kívül ezek közé kell sorolnunk a papírt /a motor-tekercseléshez használt prespán alapanyaga, a kondenzátorok szigetelő anyaga stb./ és a textilanyagokat is /szigetelőszalag, huzalok szigetelése stb./.

A válaszokban szereplő többi anyagot 10 %-nál kisebb arányban írták a tanulók. 5-10 % közötti arányban található a megnevezett anyagok között a bőr, a víz /tiszt víz, desztillált víz/. Néhány anyag azok közül, amelyet a tanulók 5 %-nál kisebb arányban írtak, de figyelemre méltóak az előismeretek szemszögéből nézve: kő, levegő, föld, parafa, bakelit /csak fiúk írták/, nylon, kaucsuk, pvc, hidrogén, selyem, vatta, petróleum, azbeszt, üveggyapot, olajfesték, plexi, szivacs/habszivacs/.

A 8. osztályos hibás válaszok között legnagyobb arányban /a tanulók 2,8 %-ánál/ az alumínium szerepel. E tanulókat feltehetően az vezette félre, hogy a csokoládé csomagolására használt alumíniumfóliát a köznapi használatban gyakran nevezik "ezüstpapírnak" vagy "sztaniol papírnak". S ebből már könnyen adódhat az a képzettség, hogy ez is szigetel, akárcsak a papír.

Külön figyelmet érdemel a tanulók 1,3 %-a által írt válasz: a nem fémek nem vezetnek az áramot. Ez a válasz a fémekre vonatkozó igaz állításnak hibás logikai megfordításából adódott: a fémek vezetnek az áramot \longrightarrow a nem fémek

nem vezetik az áramot. Tény, hogy a nem fémes anyagok többsége valóban szigetel, de számos ellenpélda is található: szén, sav-, lug-, sóoldat stb. Így ez az általánosítás nem helytálló.

Az 1. és a 2. kérdésre kapott válaszok arányaiból nem szabad arra a következtetésre jutnunk, hogy például a 8. osztályos tanulóknak csak 56 %-a tudja a vasról, hogy vezet, 39 %-a az üvegről, hogy nem vezet az elektromos áramot. Ezek az adatok azt mutatják, hogy elsődlegesen ezeket az anyagokat és ilyen arányban idézték fel a tanulók emlékezetükből, amikor a feladat felszólításának eleget téve választ adtak. Feltételezésünk szerint ennél sokkal több tanuló tudja ezekről és a többi anyagról, hogy vezet-e az elektromos áramot vagy sem.

- x -

A vizsgálat második évében konkrét választ kívántunk kapni erre a kérdésre. E célból felsoroltuk a 3. feladatban az előző évi vizsgálatban a tanulók részéről legnagyobb arányban írt hat vezető és hat szigetelő anyag nevét. A tanulóknak ezek közül kellett kiválasztaniok az elektromos vezetőket /vas, réz, aluminium, grafit, emberi test, talajviz/. A ki nem választott anyagok arányából pedig következtetni lehetett arra, hogy a felsorolt anyagok másik részét /száraz fa, műanyag, gumi, üveg, papír, porcelán/ milyen mértékben ismerik elektromos szigetelőként.

A tanulók a felsorolt anyagokat az 5. táblázatban feltüntetett arányban ismerik elektromos vezetőként.

5. táblázat

	5. osztály	8. osztály
A tanulók száma	831	789
Vas	67%	88%
Réz	44%	82%
Aluminium	68%	78%
Grafit	15%	68%
Emberi test	36%	75%
Talajviz	37%	52%

A szigetelőket a 6. táblázatban látható arányban ismerték fel a tanulók.

6. táblázat

	5. osztály	8. osztály
A tanulók száma	831	789
Száraz fa	49%	77%
Műanyag	59%	80%
Gumi	57%	81%
Üveg	67%	81%
Papír	66%	80%
Porcelán	66%	79%

Előzetes feltételezésünknek megfelelően, valóban nagyobb arányban tudják a tanulók a felsorolt anyagokról, hogy vezet-e vagy nem az elektromos áramot, mint amekkora arányban az 1. és a 2. kérdésre adott válaszokban írták ezeket az anyagokat.

2. Az áramkör; a fogyasztók soros és párhuzamos kapcsolása

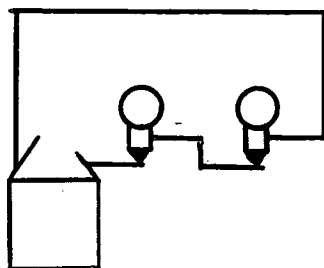
E témán belül arról kívántunk tájékozódni, hogy milyen módon próbálnák a tanulók áramkörbe iktatni a vizsgálandó anyagot, továbbá milyen mértékben tudják megkülönböztetni a fogyasztók /izzólámpák/ soros és párhuzamos kapcsolását bemutatott kísérlet és vázlatrajz alapján, s milyen mértékben ismerik fel a kísérlet analógiájára alapozva, hogy a lakásban az izzólámpák párhuzamos kapcsolásban vannak a hálózati áramkörben.

A következő kérdésekre kértünk választ a tanulóktól:

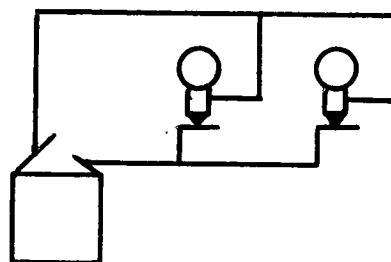
1. Hogyan állapítanád meg kísérlettel, hogy egy számodra ismeretlen anyag vezeti-e az elektromos áramot vagy nem?

2. Figyeld meg a következő két kísérletet és az azt ábrázoló vázlatrajzot! /Kísérlet bemutatása: két sorbakapcsolt, majd két párhuzamosan kapcsolt zsebizzó közül az egyiket kicsavarjuk./

A/



B/



1. ábra

Mi lehet a magyarázata annak, hogy az A/ kapcsolásban az egyik izzólámpa kicsavarásakor kialudt a másik izzólámpa is, a B/ kapcsolásban pedig nem?

3. Melyik kapcsoláshoz hasonlít odahaza a szobában és a konyhában levő izzólámpa kapcsolása? Válaszodat indokold!

E témakör anyagához kapcsolódnak elsősorban azok a vizsgálatok is, amelyeket annak megállapítása céljából végeztünk, hogy milyen mértékben képesek a tanulók egyszerű áramköröket összeállítani elektromosságtani tanulmányaik megkezdése előtt /3.2 fejezet/.

Az 1. kérdésre kapott válaszok alapján azt kívántuk megtudni, hogy a tanulók mennyire képesek ismereteik birtokában valamely kísérlet elképzelésére, "megtervezésére". Annak eldöntésére, hogy valamely ismeretlen anyag vezet-e az elektromos áramot vagy nem, a legegyszerűbb, legkézenfekvőbb válasz a tanulók részéről: az ismeretlen anyag beiktatása zsebtelép, zsebizzó áramkörébe /az izzóval sorba kapcsolva/. Ha világít az izzólámpa, akkor az ismeretlen anyag vezeti az elektromos áramot; ha nem világít az izzó,

akkor a vizsgált anyag nem vezeti az elektromos áramot.

/Ezen kívül természetesen más megoldások is lehetségesek./

A feladat megoldásához alapvető feltétel, hogy a tanuló ismerje az áramkör összeállításának módját. További feltétel, hogy a tanuló felismerje a zsebizzó ez esetben betöltött "jelző" funkcióját /a vizsgált anyagon általában nem látható elváltozás az elektromos áram hatására/.

Az 1. feladatot a vizsgált 5. és 8. osztályos tanulók a 7. táblázatban feltüntetett számban s arányban oldották meg helyesen.

7. táblázat

	5. osztály	8. osztály
A tanulók száma	802	863
A helyes megoldások száma	96	390
A helyes megoldások aránya	12%	45%

A feladat megoldásában igen nagy különbség /33%/ mutatkozik az 5. és a 8. osztályos tanulók eredménye között.

Ennek okát abban kell keresnünk, hogy az 5. osztályos tanulók többsége nem rendelkezik megfelelő tapasztalattal a természettudományos kísérletezésben, s ennek következtében a gondolkodási műveletekben sem jutott el az "egyetlen tényező változtatása minden egyéb változatlanul hagyása mellett" sémájához /Inhelder - Piaget, 1967.: 48-49.1./.

A kérdésre adott helyes válaszok mellett ebben az esetben célszerű vizsgálat tárgyává tennünk a hibás válaszokat is, mivel ezek között is nagyon sok az azonos típusu, tehát valamilyen közös, jellegzetes "gondolkodás-forma" tükröződik bennük. Ezeknek a válaszoknak az elemzése fényt deríthet a közös hibaforrásra és lehetőséget adhat a hibás nézetek javítására is vagy kialakulásuk megelőzésére.

A tanulók közül többen - anélkül, hogy erre felszólítottuk volna őket - rajz segítségével adtak választ. Jól mutatja az 5. osztályosok kifejezésbeli nehézségeit, hogy azok a tanulók, akik szöveggel és rajzzal is adtak választ a kérdésre, a jó rajz mellett hiányosan vagy hibásan fogalmazták meg válaszukat.

Az 1. kérdésre adott helyes és hibás válaszok főbb típusai a következők:

a/ A vizsgált anyag áramkörbe iktatása izzólámpával sorba kapcsolva

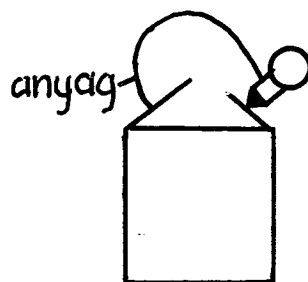
A helyes választ adó tanulók többsége, várakozásunknak megfelelően, zsebitelep és zsebizzó segítségével állapítaná meg az ismeretlen anyagról, hogy vezeti-e az elektromos áramot vagy nem.

A válaszok többségében a következő /vagy tartalmában ehhez közelálló/ megfogalmazás szerepel: "Az elemet és az izzót összekötő vezetéket helyettesíteném az ismeretlen anyaggal. Ha világít az izzó, akkor vezeti, ha nem világít, akkor nem vezeti az áramot."

A rajz segítségével választ adó tanulók a 2. ábrán látható /vagy elvileg ezzel azonos értékű/ ábrázolási módot alkalmaztak. Ritka kivételként az is előfordul, hogy a szabványos ábrázolásnak megfelelően rajzolják a zsebtelepet, az izzót és a vezetékeket /3. ábra/.

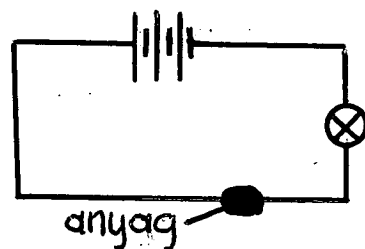
A tanulók közül néhányan a hálózati áram és izzólámpa segítségével döntenék el a kérdést, például: "Rákapcsolom az anyagot az áramot vezető drótra. Az anyagot és a másik drótot hozzáértetem az izzóhoz. A drótokat a konnektorba dugom. Ha az izzó kigyullad, vezet, ha nem gyullad ki, akkor nem vezet az áramot." /8. osztályos tanuló/

Bár az ilyen válaszok logikai szempontból azonos értékűek a korábbiakkal, a kísérlet ilyen módon történő végrehajtása balesetveszélyes lenne a tanulók számára, még akkor is, ha a megfogalmazásból elővigyázatosságra lehet következtetni /"beszigetelem az anyagot"/. Ezért felhívtuk a tanulók figyelmét arra, hogy semmiképpen se kísérletezzenek hálózati árammal.



/5. osztályos tanuló rajza/

2. ábra



/8. osztályos tanuló rajza/

3. ábra

b/ Az anyag vizsgálata ködfénylámpával

Több tanuló számára ismert a villanyszerelők által használt "fáziskereső". Néhányan ennek segítségével határoznák meg, hogy vezeti-e az elektromos áramot az ismeretlen anyag. Például: "Az anyagba áramot vezetek és az anyagot fáziskeresővel megvizsgálom." /8. osztályos tanuló/

c/ Vizsgálat az élettani hatás alapján

Sajnos, elég szép számmal akadt a válaszok között olyan is, amely szerint a tanulók a "rázás" alapján állapítanak meg az ismeretlen anyagról, hogy vezeti-e az áramot vagy nem. E tanulók egy része a zsebtelep /elem/ segítségével állapítaná ezt meg. Például: "A zsebelemhez szerelném és a nyelvemet hozzáérinteném. Ha ráz, akkor vezet, ha nem ráz, akkor nem vezet." /5. osztályos tanuló/

E válaszok azon a szokáson alapulnak, hogy sokan úgy állapítják meg, nem merült-e ki a zsebtelep, hogy a nyelvükhöz érintik a telep két kivezetését. Ha enyhe rázást éreznek nyelvükön /ha "sós"/, akkor még használható a zsebtelep.

Egy példa a hálózati áramra vonatkozó válaszok közül:

"Az anyagot bedugom a konnektor fázisába, ha megráz, akkor vezeti, ha nem ráz meg, akkor nem vezeti az áramot." /5. osztályos tanuló/

Valóban, így is meg lehetne állapítani az ismeretlen anyagról, hogy vezeti-e az elektromos áramot, a baleseti veszély azonban igen nagy. E válaszok alapjául az a megfigyelés

szolgál, hogy a tanulók közül többen látták, amint a villanyszerelők egyes esetekben a vezeték gyors, gyengéd megérintésével állapítják meg, feszültség alatt van-e a vezeték. Bár ez az eljárásmód az ő számukra is veszélyes és nem megengedett, szakmai ismereteik és tapasztalataik alapján mérlegelni tudják a veszélyesség mértékét. Tanulóink esetében azonban ez nem állna fenn.

Ezek a válaszok - a metodikai konzekvenciák mellett - arra figyelmeztetnek bennünket, hogy az elektromossággal kapcsolatos baleset-elhárítási szabályokra, a hálózati feszültség veszélyeire már a 8. osztályt megelőzően fel kell hívunk a tanulók figyelmét.

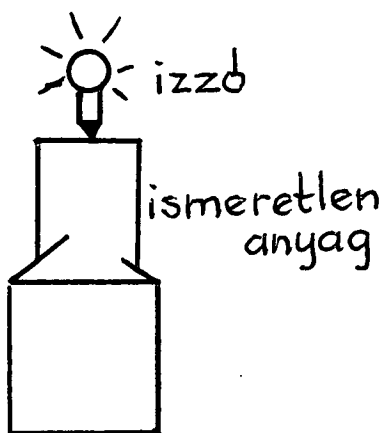
A hibás válaszok közül a következő típusúak a leggyakoribbak:

d/ Rövidzárlat

Több tanuló válaszában olyan volt a tervezett kísérleti összeállítás, hogy a vizsgált anyag rövidzárlatot okozott volna abban az esetben, ha az vezeti az elektromos áramot. Ugyanakkor a kísérleti összeállítás alapján nem lehetett volna egyértelmű választ adni a feltett kérdésre.

Az ide sorolható válaszok egy részében szerepel az izzólámpa, mint áramot jelző eszköz, de hibás a megfogalmazás, illetve a rajz /4. ábra/.

"Ha vezeti az áramot, az izzó
kigyullad, ha nem vezeti az áramot,
a körte nem gyullad ki."
/8. osztályos tanuló/



4. ábra

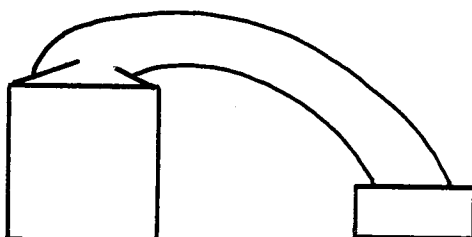
- 39 -

Az ide sorolható válaszok további részében hiányzik az áram áthaladását jelző fogyasztó /pl. izzólámpa/:

"Az anyag két végét érintkeztetném a zsebteleppel."

/8. osztályos tanuló/

Ugyanilyen elképzelést mutat az egyik 5. osztályos tanuló rajza /5. ábra/



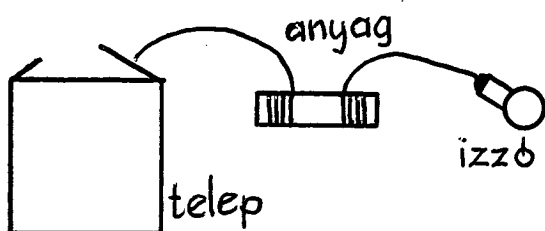
/5. osztályos tanuló rajza/

5. ábra

e/ Analógia a hővezetéssel

Mint már korábban utaltunk rá, a tanulók egy része azt gondolja, hogy az elektromos áram ahhoz hasonlóan jut el az áramforrástól a vizsgált anyagon keresztül az izzóig, ahogy a hőforrásból a fémpálcán keresztül a kezünkhöz jut a hő. Ezért e tanulók az ismeretlen anyag vizsgálatához nem

létesítenek zárt áramkört, hanem az egyes eszközöket "láncszerűen" kapcsolják egymáshoz. A 6. ábra egy 8. osztályos tanuló rajzos válaszát mutatja.



"Az anyag egyik végére rákötöm az izzót, a másik végére a telepet."

/8. osztályos tanuló rajza/

6. ábra

Néhány tanuló közvetlen kapcsolatot tételez fel a hővezetés és az elektromos áram vezetése között. Egy válasz ezek közül: "Az anyagot tűz fölé teszem, ha vezeti a hőt, akkor az áramot is vezeti, ha nem vezeti a hőt, az áramot sem vezeti."

/8. osztályos tanuló/

Bár az anyagok jelentős részéről valóban elmondható, hogy amelyik vezeti a hőt, vezeti az elektromos áramot is és viszont; a kettő azonban nem függvénye egymásnak.

- x -

A 2. kérdésre kapott válaszok alapján arról kívántunk tájékozódni, hogy a vizsgált tanulók milyen mértékben képesek a bemutatott kísérlet alapján megkülönböztetni az izzók soros és párhuzamos kapcsolását; melyek azok az eltérő sa-

játosságok a kétféle kapcsolási mód között, amelyekre a tanulók elsősorban felfigyelnek. A kérdés helyes megválaszolásához alapfeltétel annak felismerése, hogy az izzólámpa csak addig világít, amíg az zárt áramkörben van. Ezt az ismeretet kellett a tanulóknak összevetniük az egyik izzólámpa kicsavarásakor tapasztalt ténnyel: az A. kapcsolásban kialudt a második izzó, tehát megszakadt az áramkör; a B. kapcsolásban tovább izzott a második izzó, tehát ez utóbbi áramköre továbbra is zárt maradt.

A feladat áttekintését és megoldását segítette a két kapcsolat sematikus rajza. A tanulók többsége feltehetően még nem ismeri a szabványos áramköri jelöléseket, ezért a telepet és a zsebizzókat sematikusán, oldalnézetben ábrázoltuk.

A feladat helyes megoldásaként elfogadtunk minden olyan megfogalmazást, ami tartalmában a fenti gondolatot fejezte ki. Helyesnek fogadtuk el azokat a válaszokat is, amelyek kifejezetten csak az egyik kapcsolásra adtak magyarázatot, de a válaszban implicite benn volt a másik kapcsolásra vonatkozó magyarázat is.

Metodikai szempontból elsősorban az kínál jól felhasználható elemzési lehetőséget, hogy miképpen próbáltak a tanulók magyarázatot keresni a látottakra, s milyen szemlélet, sajátos gondolkodási mód rejlik az indoklás mögött.

A helyes válaszok számát és arányát a 8. táblázat mutatja.

8. táblázat

	5. osztály	8. osztály
A tanulók száma	802	863
A helyes válaszok száma	233	557
A helyes válaszok aránya	29%	65%

Mint említettük, a feladat megoldásához az elektromosságtani előismeretek mellett fejlett gondolkodási képességre volt szükség. Az adatok tanúsága szerint e tekintetben sokkal nagyobb különbségek mutatkoznak az 5. és a 8. osztályos tanulók között, mint az elektromos előismeretekben.

A helyes választ adó tanulóknak olyan szintű fogalma van az áramkörről, amely lehetővé teszi a soros és a párhuzamos kapcsolás alapvető különbségének a felismerését: soros kapcsolás esetén az egész áram áthalad mindegyik izzón /nincs elágazás/; párhuzamos kapcsolás esetén viszont egy-egy izzón csak az áram egy része halad át, s ezt elágazásokkal érjük el /Bogojavlenszkij - Kalmikova - Kudrjavcev: 1966.: 120.1./.

Lényeges különbség van a tanulók között aszerint, ahogy az áramkör "működését" elképzelik. Az 5. osztályos tanulók többsége még inkább a technikai részletekben mutatkozó különbségekre figyel fel, a 8. osztályos tanulók indoklásai között viszont a fizikai tartalom kerül előtérbe.

Az 5. osztályosok megfogalmazására jellemző a szűkebb szókincsből adódó, körülményesebb kifejezésmód, a szokatlan szóhasználat. Például: összekötő /vezeték helyett/; sor-kapcsolás, körkapcsolás /soros kapcsolás helyett/; páros kapcsolás /párhuzamos kapcsolás helyett/ stb. A választ és az indoklást részletekbe menőbben írják le, mint a 8. osztályosok. Az 5. osztályos tanulók indokolása ugyanakkor kevésbé változatos, egysikubb, kevesebb válasz-típusba sorolható, mint a 8. osztályosok indokolása.

A tanulók indoklásában a következő válasz-típusok találhatók:

a/ "Egy és két vezeték" az áramkörben

A leggyakoribb indoklás szerint a második izzólámpa kialvásában tapasztalt eltérés oka az, hogy az egyik kapcsolásban csak "egy vezeték", a másik kapcsolásban pedig "két vezeték" köti össze a zsebitelepet az izzókkal. Az elfogadható választ adó 5. osztályos tanulók indoklásának mintegy 95 %-a, a 8. osztályos tanulók indoklásának kb. 70%-a ebbe a típusba tartozik. Két jellemző megfogalmazás ezek közül:

"Az első kapcsolásban csak egy drót vezette az áramot, azért aludt ki. A második kapcsolásban két drót vezet az áramot, azért nem aludt el." /5. osztályos tanuló/

"Az első áramkörnél egy vezetékre van rákötve a két izzó, a második áramkörnél pedig egy közbeiktatott vezeték

is van a két izzó között, tehát két részre oszlik az áram."

/8. osztályos tanuló/

Azok a tanulók, akik ilyen indoklásokat irtak, felismerték azt a különbséget, hogy az első kapcsolásban nem volt elágazás /soros kapcsolás/, a másodikban viszont volt /párhuzamos kapcsolás/. Ugyanakkor az áramkör egészéből csak az áramforrás és az izzólámpák közötti szakaszt emelték ki. Erre utal az "egy vezeték" és "két vezeték" alapján történő megkülönböztetés, - ami erre a szakaszra /és nem az egész áramkörre/ vonatkozik. A későbbi, eredményes tanuláshoz pedig elengedhetetlen, hogy a tanulók minden esetben a teljes áramkört elemezzék, vizsgálják.

b/ "Egy és két áramkör"

Több tanuló az első kísérleti összeállítást egy áramkörnek tekinti /soros kapcsolás/, a másodikat pedig két áramkörként értelmezi /párhuzamos kapcsolás/. Ilyen típusú indoklást adott az elfogadható választ adó 8. osztályos tanulóknak mintegy 15%-a, a néhány 5. osztályos tanuló:

"Azért aludt ki mind a kettő, mert nem volt áramkör. Az a körte, amelyik ki lett csavarva, nem vezette az áramot. A B-nél azért nem aludt ki, mert az egyik drót átvezette a másik körtebe az áramot, és megmaradt az egyik áramkör."

/5. osztályos tanuló/

"Az első esetben egy áramkörön volt mind a két égő. Az égő kicsavarásával megszakadt az áramkör, így a másik égő elaludt. A második esetben mindegyik égő külön áramkörön volt. Ha az egyik áramkör megszakadt, a másik égő még világít." /8. osztályos tanuló/

Az egy és két áramkör szerinti megkülönböztetésben a hangsúly a technikai részletekről a fizikai tartalomra terelődött át. Az ilyen típusu indoklást adó tanulók többsége az izzó világításának feltételeként a zárt áramkört jelölte meg.

c/ "Soros és párhuzamos kapcsolás"

Néhány tanuló számára ismert a "soros és párhuzamos kapcsolás" kifejezés, és az e mögött levő fizikai tartalom. Ők ezzel indokolták a két kísérleti összeállításban tapasztalt eltérést. Közülük néhányan nem tartották szükségesnek a részletesebb indoklást, mert a fogyasztók soros kapcsolásának fogalmába beleértik azt a jellemző sajátosságot is, hogy az egyik fogyasztó kikapcsolása esetén a többi fogyasztó egymástól függetlenül is működtethető. Ilyen típusu indokolást adott az elfogadható választ adó 8. osztályosoknak mintegy 10%-a, s néhány 5. osztályos tanuló. Egy jellegzetes megfogalmazás ezek közül: "A. Sorosan van kötve ez a kapcsolás. Azért alszik el mind a két izzó. B. Azért nem alszik el, mert az izzók párhuzamosan vannak kötve az áramkörbe." /8. osztályos tanuló/

d/ "Áram az áramforrás két sarkából"

A tanulók közül néhányan úgy képzelik, hogy az áramforrás mindkét sarkából halad áram a fogyasztóhoz. Ilyen típusu indoklás azonban csak néhány 8. osztályos tanuló válaszában volt. Például:

"Az égő csak akkor ég, ha az elem mindkét feléről kap áramot. Az első esetben, ha kicsavarjuk az egyik izzót, akkor csak egy felől kap áramot a másik izzó. A második esetben viszont úgy van összekötve, hogy mindenhogyan kapjon áramot."

Az áramforrás két sarkából kiinduló áram hibás szemlélete mellett pozitívumuk az ilyen megfogalmazásoknak, hogy az izzó világításának feltételeként lényegében a zárt áramkört jelölik meg.

Természetesen vannak olyan megfogalmazások is a tanulók válaszaik között, amelyek nem sorolhatók egyértelműen az előbbi típusok egyikébe sem. Ezek száma azonban elenyészően csekély. Így jellemzőknek a fenti típusok tekinthetők.

- x -

A 3. kérdésre közvetlenül az előző kérdés után kértünk választ a tanulóktól, mivel arra kellett feleletet adniuk, hogy a látott két kapcsolás közül melyikhez hasonlít odahaza a szobában és a konyhában levő izzólámpa kapcsolása.

A kérdésre akkor tudtak helyes választ adni a tanulók, ha felismerték a lakás elektromos hálózata és a második

kísérlet között azt a megegyező tulajdonságot, hogy az izzólámpák egymástól függetlenül működtethetők /párhuzamos kapcsolás/. A lakás elektromos hálózata tehát a második /B/ kísérlethez hasonlít fizikai szempontból.

A hasonlóság felismeréséhez azonban el kellett tekinteniük a tanulóknak több olyan különbségtől, amely a fizikai tartalom szempontjából ebben az esetben nem lényeges:

<u>A kísérletben</u>	<u>A lakásban</u>
- az áramforrás: zsebitelep;	- az áramforrás: "hálózati";
- a fogyasztók kis zsebizzók;	- a fogyasztók nagy izzólámpák;
- a zsebizzók egymás mellett voltak;	- az izzólámpák különböző helyiségekben vannak;
- az áramkört a zsebizzó kicsavarásával szakítottuk meg;	- az áramkört kapcsolóval szakítjuk meg;
- látni lehetett az áramforrást és a vezetékeket.	- nem lehet látni az áramforrást és a vezetékeket.

A feladat megoldását csak abban az esetben fogadtuk el helyesnek, ha a szobában és a konyhában levő izzólámpát a második /B/ kísérlethez hasonlította a tanuló, s ezt valamilyen módon indokolta is.

A helyes válaszok számát és arányát a 9. táblázat mutatja.

9. táblázat

	5. osztály	8. osztály
A tanulók száma	802	863
A helyes válaszok száma	176	389
A helyes válaszok aránya	22%	45%

E tanulókon kívül az 5. osztályosok közül 281 tanuló /35%/, a 8. osztályosok közül pedig 247 tanuló /29%/ helyesen állapította meg, hogy a szobában és a konyhában levő izzólámpa egymáshoz viszonyított kapcsolása a második /B/ kísérletben látott kapcsoláshoz hasonlít, de a válaszhoz hiányzott az indoklás.

A kérdésre nem lehetett választ adni pusztán a szemlélet síkjára alapozottan, mint az előző feladat kérdésére. Az előző feladat helyes megoldása elvileg nem volt előfeltétele ennek a feladatnak a megoldásához. A tanulók válaszainak elemzése mégis azt mutatja, hogy a 3. kérdésre általában csak azok a tanulók adtak helyes választ, akik a bemutatott kísérletet /2. kérdés/ helyesen értelmezték. Csak azok a tanulók voltak képesek a 3. feladat megoldásához szükséges összetettebb, elvontabb gondolkodási műveletek elvégzésére, akik a szemlélet síkján megoldható 2. feladatra helyes választ tudtak adni.

Az 5. osztályos tanulók a feladatot kb. fele-akkora arányban /22%/ oldották meg helyesen, mint a 8. osztályosok

/45%/. Jelentősebb ez az eltérés, mint bármelyik feladat megoldásában mutatkozó eltérés. A válaszok helyességét nagymértékben befolyásolta az előismereteken kívül a tanulók gondolkodási képességének a fejlettsége. E feladat tanúsága szerint e tekintetben nagyobb az 5. és a 8. osztályos tanulók közti különbség, mint a vizsgálat tárgyát képező előismeretekben.

Mivel a feladat megoldásának alapja az a felismerés volt, hogy a második /B/ kísérletben és a lakás elektromos hálózatában az izzólámpák egyaránt egymástól függetlenül működtethetők, a tanulók válaszai csupán két alaptípusba sorolhatók aszerint, hogy a választ direkt, vagy indirekt módon fogalmazták meg a tanulók.

a/ Indoklás direkt módon

A helyes választ adó tanulóknak mintegy 90%-a ilyen módon indokolta válaszát. Két példa:

"A másodikhoz. Azért, mert ha a konyhában kicsavarjuk az égőt, akkor a szobában nem kapcsolódik le a villany."

/5. osztályos tanuló/

"A másodikhoz hasonlít, mert ha kicsavarom a konyhában az égőt, akkor a szobában még ég a villany." /8. osztályos tanuló/

b/ Indokolás indirekt módon

A helyes választ adó tanulóknak mintegy 10%-a annak feltételezéséből kiindulva indokolta választát, hogy mi történne akkor, ha a lakás elektromos hálózata a B. kapcsoláshoz hasonlítana. Két jellegzetes megfogalmazás:

"A B-hez, mert ha az A-hoz hasonlítana, az első kicsavarnánk, elaludna a másik égő is." /5. osztályos tanuló/

"A másodikhoz hasonlít, mert ha az elsőhöz hasonlítana, akkor ha a szobában felgyujtanánk a villanyt, akkor az egész lakásban égne. Ezért a kapcsolás egymástól független, mint a második ábra mutatja." /8. osztályos tanuló/

Összességében nézve a tanulók válaszait és a feladat nehézségét, a tanulók jelentős része /különösen a 8. osztályban/ fejlett gondolkodási képességről tett tanubizonyyságot a kísérleti összeállítás és az otthoni elektromos hálózat összehasonlításában.

3. Áramforrások és fogyasztók

Számos korábbi tapasztalat igazolta, hogy a tanulók nagyon sokféle elektromos eszközt ismernek rendszeres elektromosságtani ismeretszerzésük megkezdése előtt. Ezzel kapcsolatban arról kívántunk tájékozódni, hogy milyen mértékben képesek az 5. osztályos és a 8. osztályba lépő tanulók különbséget tenni az áramforrások és a fogyasztók között.

Ez utóbbiakon belül arra is választ kívántunk kapni, hogy mennyire tudják megkülönböztetni a tanulók a hőfejlesztő

készülékeket és az elektromos motorokkal működő gépeket. E témán belül a következő kérdésekre kértünk választ a tanulóktól:

1. Sorolj fel olyan eszközöket, gépeket, amelyek elektromos áramot szolgáltatnak számunkra!

2. Sorolj fel olyan elektromos eszközöket, amelyek hőt /meleget/ fejlesztenek!

3. Sorolj fel olyan eszközöket, amelyeket elektromos motor hajt!

Az 1. kérdésre adott választ akkor fogadtuk el helyesnek, ha a tanuló olyan eszközt, gépet nevezett meg, amely valamely más energiából elektromos energiát állít elő. Nem fogadtuk el helyesnek az olyan válaszokat, amelyek ugyan kapcsolatban vannak az elektromos energia előállításával, de nem közvetlenül az elektromos energiát szolgáltató eszközre, gépre vonatkoztak /turbina, vizesés, transzformátor, szén stb./.

Azt kértük a tanulóktól /és a 2., 3. feladattal kapcsolatban is/, hogy igyekezzenek minél több eszközt, gépet megnevezni, de elsősorban a válaszok helyességére, s ne a felsorolt eszközök, gépek számának minden áron való növelésére törekedjenek.

Az 5. és a 8. osztályos tanulók válaszainak száma és a helyes válaszok aránya a 10. táblázatban látható.

10. táblázat

	5. osztály	8. osztály
A tanulók száma	831	789
A megnevezett eszközök száma	6	6
Az összes válaszok száma	996	1796
Az egy tanulóra jutó átlag	1,20	2,28
Helyes válasz	28%	46%

Az 5. és a 8. osztályos tanulók egyaránt a várakozásnak megfelelően a leggyakrabban használt áramforrásokat írták /elem, erőmű, generátor, akkumulátor, dinamó, aggregátor/. A válaszok között vannak logikailag alárendelt fogalmak is /generátor: dinamó, aggregátor/, ezeket azonban külön-külön vettük számításba, hogy e szóhasználatot gyakoriságuknak megfelelő súllyal vehessük figyelembe a tantervi anyag feldolgozásakor.

A korábbi feladatok eredményeihez képest alacsony az egy-egy tanulóra jutó átlag és a helyes válaszok aránya. Bár a 8. osztályos tanulók eredménye jelentősen jobb, mint az 5. osztályosoké, az ő eredményük is a várt szintnél alacsonyabb.

A tanulók jelentős része nem vette figyelembe, hogy a feladat az elektromos energiát szolgáltató eszközök, gépek felsorolását kívánja meg. Nagyon sokan áramforrások helyett fogyasztókat /vagy fogyasztókat is/ írtak tévesen /mosógép, centrifuga, hűtőgép, vasaló, rádió, televízió stb./.

Az 5. osztályos tanulók válaszainak a 6%-a, a 8. osztályos tanulók válaszainak 9%-a olyan, amely ugyan összefüggésben van az áramforrással, de nem az elektromos energiát előállító gépet, eszközt nevezte meg a tanuló.

A tanulók a 11. táblázatban feltüntetett áramforrásokat nevezték meg válaszaikban.

11. táblázat

	5. osztály	8. osztály
A tanulók száma	831	789
Elem, zsebitelep	16%	29%
Akkumulátor	2%	12%
Erőmű	2%	30%
Dinamó	8%	19%
Aggregátor	3%	8%
Generátor	1%	8%

Az 5. osztályos tanulók - a várakozásnak megfelelően - az elemet, zsebitelepet írták legnagyobb arányban /16%/, a többi áramforrást 10%-on aluli arányban nevezték meg. A 8. osztályosok esetében az erőmű szerepel legnagyobb arányban /30%/, s csak ezután következik az elem, zsebitelep /29%/. Ez a sorrendváltozás első pillanatra meglepőnek tűnik, de figyelembe kell vennünk, hogy az 1963-as tanterv és tankönyv szerint időközben fizikából a 7. osztályban ismételten szóba került az erőmű, a mozgó víz energiájának felhasználásával és a hő mechanikai munkává alakításával kapcsolatban /Kovács Z. - Zátonyi S., 1965.a.: 175., 205.1./.

A tanulókkal folytatott beszélgetés szerint a dinamót azért irták viszonylag nagy arányban /19%/, mivel ezzel az elnevezéssel ismerik a kerékpárgenerátort. Az akkumulátor 12%-os megnevezése az autók, mezőgazdasági gépek jelentős elterjedésének és az azokban való alkalmazásának köszönhető.

- x -

A 2. feladatban az áram hőhatásán alapuló elektromos eszközök megnevezését kértük a tanulóktól. A tanulók válaszainak számát, arányát a 12. táblázat mutatja.

12. táblázat

	5. osztály	8. osztály
A tanulók száma	831	789
A megnevezett eszközök száma	15	18
Az összes válaszok száma	1177	2711
Az egy tanulóra jutó átlag	1,42	3,44
Helyes válasz	79%	87%

A termelésben és a háztartásban használt, az elektromos áram hőhatásán alapuló eszközök száma nagyobb, mint az áramforrások száma. Így természetes, hogy nagyobb a tanulók által megnevezett eszközök száma és az egy tanulóra jutó átlag is, mint az előző feladat esetében. Jelentősen jobb a helyes válaszok aránya is /79%, illetve 87%/. A hibás válaszok többsége abból adódik, hogy a tanulók egy része nem

vette figyelembe, hogy nem általában melegítő eszközöket kellett megnevezniök, hanem hőt fejlesztő elektromos eszközöket. Ezért néhány tanuló felsorolásában a gáz- és olajkályha, továbbá a radiátor is szerepel. A válaszok kis részében ezen kívül motorral működő elektromos eszközt neveztek meg a tanulók /porszívó, centrifuga stb./.

A megnevezett eszközök számát és a helyes válaszok arányát tekintve is, kis mértékű, az egy tanulóra jutó átlagot illetően viszont jelentős fejlődés van az 5. és a 8. osztály között.

A legnagyobb arányban megnevezett, elektromos hőhatáson alapuló eszközöket a 13. táblázat mutatja.

13. táblázat

	5. osztály	8. osztály
A tanulók száma	831	789
Vasaló	22%	59%
Rezsó /főzőlap/	19%	58%
Izzólámpa	5%	42%
Hajszárító	9%	26%
Villanyboyler	6%	24%
Villanykályha	16%	21%
Hősugárzó	18%	20%
Kávéfőző	2%	14%
Villanytűzhely	6%	11%

Az elektromos áram hőhatásán alapuló eszközök megnevezésében jelentős eltérés van az 5. és a 8. osztályos tanulók között. Különösen nagy a különbség a főzőlap /38%/, a vasaló /37%/ és az izzólámpa /37%/ megnevezésében. A legnagyobb arányban megnevezett eszköz - a várakozásnak megfelelően - a vasaló és a főzőlap volt mindkét osztályban. Meglepő, hogy az 5. osztályos tanulók válaszaik között ezt követően olyan két eszköz szerepel, amely aránylag kevés háztartásban van /hősugárzó, villanykályha/. Az izzólámpa 5. osztályos alacsony /5%/ arányszámára az ad magyarázatot, hogy e tanulók elsősorban olyan eszközökre gondoltak, amelyekben a fejlődő hőt közvetlenül hasznosíthatjuk. A 8. osztályos tanulók esetében ez már nem befolyásolta a válaszadást, így ők már a vasaló és a főzőlap után legnagyobb arányban /42%/ az izzólámpát írták.

A táblázatban szereplő eszközökön kívül még a következő, hőhatáson alapuló elektromos eszközöket nevezték meg a tanulók: forrasztópáka, melegítőpárna, grillsütő, kézszáritó, villanyhegesztő, merülőforraló, hűtőszekrény, keltetőgép, infralámpa, kvarclámpa.

A 3. feladatban elektromos motorral működő eszközök, gépek megnevezését kértük a tanulóktól. A tanulók válaszainak számát és a helyes válaszok arányát a 14. táblázat mutatja.

14. táblázat

	5. osztály	8. osztály
A tanulók száma	831	789
A megnevezett eszközök száma	32	45
Az összes válaszok száma	1722	3145
Az egy tanulóra jutó átlag	2,07	3,99
Helyes válasz	82%	90%

Az 5. és a 8. osztályos tanulók egyaránt a vártnál nagyobb arányban neveztek meg elektromos motorral működő eszközöket. A megnevezett eszközök számában és az egy tanulóra jutó átlagban jelentős eltérés van a két osztály között, a 8. osztályosok javára, de a helyes válaszokat tekintve mindössze 8%-os különbség van a két osztály tanulói között.

Az áramforrások és fogyasztók megnevezését kívánó három feladat közül e feladat megoldásában értek el legjobb eredményt a tanulók minden tekintetben. Különösen figyelemre méltó a helyes válaszok aránya. Az elektromos motorral működő eszközök, gépek megnevezésében /3. feladat/ elért eredmény /82% és 90%/ 54%-kal, illetve 44%-kal jobb, mint az áramforrások megnevezésében /1. feladat/ és 3-3%-kal jobb, mint az áram hőhatásán alapuló eszközök megnevezésében elért eredmény.

Ennek feltehető oka az, hogy a tanulók figyelmét jobban magukra vonják a motorral működő eszközök, másrészt ezeknek a száma a háztartásokban sokkal nagyobb, alkalmazásuk sok-

rétübb, mint a hőhatáson alapuló eszközöké; áramforrásként pedig az esetek nagy részében csak az elektromos hálózat, esetenként elem, telep, akkumulátor szolgál.

A tanulók által legnagyobb arányban megnevezett, elektromos motorral működő eszközöket, gépeket a 15. táblázatban tüntettük fel.

15. táblázat

	5. osztály	8. osztály
A tanulók száma	831	789
Mosógép	34%	64%
Porszívó	15%	52%
Centrifuga	26%	48%
Hűtőszekrény	3%	31%
Padlókefélgép	2%	22%
Villanymozdony	13%	21%
Kávédaráló	9%	20%
Hajszárító	6%	16%
Daráló	5%	15%
Villamos	6%	7%

Az elektromos motorral működő eszközök, gépek megnevezésében ugyancsak jelentős eltérés van az 5. és a 8. osztályos tanulók között. Különösen nagy a különbség a porszívó /37%/, a mosógép /30%/, a hűtőszekrény /28%/ és a centrifuga /22%/ megnevezésében, a 8. osztályos tanulók javára. A legnagyobb arányban megnevezett eszközök a háztartásban használt eszközök /mosógép, porszívó, centrifuga stb./.

A táblázatban szereplő eszközökön, gépeken kívül még a következőket nevezték meg a tanulók: szivattyú, trolibusz, robotgép /háztartási/, lemezjátszó, magnó, villanyborotva, elektromos játékok, ventilátor, villanyautó, varrógép /elektromos meghajtásu/, ablaktörlő /autóban/, elektromos óra, kézszáritó, betonkeverő, filmfelvevő, fogfuró, szállítószalag, fagylaltgép, kompresszor /elektromos meghajtásu/, fejőgép, esztergapad, furógép, szövőgép, marógép, gyalugép, fűrészgép, padlócsiszoló, köszörűgép, fonógép, futószalag, targonca, körhinta, hajnyírógép.

4. Az elektromos mennyiségek, mértékegységek

A tanulók rendszeres elektromosságtani tanulmányaik megkezdése előtt is számos olyan elektromos eszközt használnak, amelyen különböző elektromos mennyiségek, mértékegységek olvashatók. Ezen kívül a mindennapi szóhasználatban is gyakran hallanak arról, hogy a hálózati feszültség 220 voltos, a zsebtelep 4,5 voltos, a tranzisztoros rádió 9 voltos "elemmel" működik, a lakásban levő biztosító 10 amperes, az izzólámpa 60 wattos /"60-as"/, a vasaló 600 wattos stb.

Az 1963-ban bevezetett tanterv szerint a watt és a kilowatt /kW/ a 7. osztályban volt tananyag. /Tanterv és utasítás az általános iskolák számára, 1963.: 408.1.; Kovács Z.-Zátonyi S., 1965.a.: 120.1./ Igaz, hogy nem hangsúlyozta a 7. osztályos fizika tankönyv, hogy ezek a teljesítménymértékegységek nemcsak a mechanikában, hanem az elektromosságtanban is használatosak, a példák, feladatok egy részében

azonban elektromos eszközök, gépek /mosógép, Kandó-mozdony, padlókefélgép, szilícium-egyenirányítós villanymozdony/ teljesítményéről is van szó.

A feltett kérdések segítségével arra kívántunk választ kapni, hogy milyen előismereteik vannak a tanulóknak a feszültség, az áramerősség és a teljesítmény fogalmával, mértékegységeivel kapcsolatban. E témakörben a következő kérdésekre kértünk választ a tanulóktól:

1. Hány voltos a zseblámpa-elem?

2. Milyen adatokat tüntetnek fel az izzólámpán /"villanykörtén"/?

3. Egy elektromos eszközön a következő adatok olvashatók: 12V; 3A; 36W. Mit jelentenek ezek az adatok?

Az 1. feladatban a zseblámpa-elem feszültségére vonatkozott a kérdés. A helyes válasz tehát 1,5 V. A mindennapi szóhasználatban azonban nem tesznek különbséget zseblámpa-elem és zsebtelep kifejezések között, így várható volt, hogy a tanulók közül többen a lapos zsebtelep feszültségét /4,5 V/ adják meg válaszukban. /Megjegyezzük, hogy az utóbbi években a lapos zsebtelepen következetesen, helyesen tünteti fel a gyár az elnevezést./

Mindkét feszültség-adat megnevezés viszont arra enged következtetni, hogy a tanulóknak van konkrét tapasztalatuk tájékozottságuk a zseblámpában használt áramforrás feszültségét illetően. Kérdés, milyen arányban tájékozottak erről az 5. és a 8. osztályos tanulók. A válaszok megoszlását a 16. táblázat mutatja.

16. táblázat

	5. osztály	8. osztály
A tanulók száma	831	789
1,5 V	1%	9%
4,5 V	16%	59%
1-10 V /1,5 V és 4,5 V nélkül/	59%	36%
11-100 V	11%	3%

A táblázatban szereplő adatok az 5. osztályban együttesen 100%-nál kisebb, a 8. osztályban 100%-nál nagyobb összeget tesznek ki. Ez abból adódik, hogy az 5. osztályos tanulók közül többen nem adtak választ a kérdésre, a 8. osztályosok közül pedig sokan két adattal is válaszoltak /pl. 1,5 V és 4,5 V/.

Az 5. osztályosok válasza között nagyon kevés az 1,5 voltra /1%/, de még a 4,5 V-ra /16%/ vonatkozó válasz is. Ez a tény arra enged következtetni, hogy a tanulók, ha ismerik, s használják is a zseblámpa-elemet /és telepet/, nem vizsgálják azt tüzetesen, nem olvassák el, nem jegyzik meg a rajta feltüntetett adatokat.

A tanulók e tekintetben jelentős fejlődést érnek el a 8. osztályig: az 1,5 V megjelölésében 8%-kal, a 4,5 V írásában 43%-kal nagyobb az arány a 8. osztályos tanulóknál. A közbeeső három év alatt a tanulók fokozatosan mélyebbre hatolnak a spontán ismeretszerzésben. Míg kezdetben első-

sorban az érdekli a tanulókat, hogy a zsebizzó világítson, az elektromos játék működjék, a későbbiek során keresik a különböző variációs lehetőségeket, a fogyasztók működésének feltételeit, s eközben eljutnak az áramforrás részletesebb megfigyeléséhez, vizsgálatához.

Az 5. osztályos tanulók legnagyobb arányban /58%/ olyan feszültség-adatokat irtak, amelyek ugyan nem egyeznek teljesen a zseblámpa-elem vagy telep feszültségével, de nagyságrendben ahhoz közelállók /1-10 V/. Ezeknek a válaszoknak a többsége vagy a tizedesjegy elhagyásából adódik /4 V/, vagy a zseblámpában, zsebrádióban használt telepek feszültségére vonatkozik /3 V; 6 V; 9 V/.

Bár a 8. osztályosok is viszonylag nagy arányban /36%/ irtak ilyen válaszokat, a 8. osztályban ez a válasz már a második helyre szorult a lapos zsebtelep feszültségére /4,5 V/ vonatkozó válaszok mögött /59%/.

Az 5. osztályban 11%, a 8. osztályban 3% azoknak a válaszoknak az aránya, amelyekben a tanulók a ténylegestől jelentősen eltérő feszültség-adatokat /11-100 V/ irtak. E válaszok között is számos olyan akadt, amely feltehetően a tizedesvessző elhagyásából adódott 15V; 45V/.

- x -

A 2. kérdésre kapott válaszok alapján arról kívántunk tájékozódni, hogy mennyire ismerik a tanulók az izzólámpán feltüntetett adatokat és milyen módon értelmezik azokat.

A válaszokat a 17. táblázat mutatja.

17. táblázat

	5. osztály	8. osztály
A tanulók száma	831	789
Hány voltos?	27%	57%
Hány wattos?	5%	20%
"Hányas?"	33%	22%

A tanulók tehát - minimális kivételtől eltekintve - a mértékegységgel /volt, watt/ és a mérőszámra utaló kérdőszóval /hány, "hányas"/ válaszolnak, s nem az adott fizikai mennyiség /feszültség, teljesítmény/ megnevezésével. Az 5. osztályos tanulók közül csupán 8 tanuló /1%/, a 8. osztályosok közül pedig 3 tanuló /0,4%/ írta, hogy az izzólámpán a "teljesítményt" tüntetik fel; de a "feszültség" szót már egyetlen tanuló sem írta a vizsgált 1620 tanuló közül.

Az 5. osztályos tanulók esetében a legtöbb tanulói válasz az izzólámpa teljesítményére vonatkozik: Azt tüntetik fel az izzólámpán, hogy "hányas". Ilyen és ehhez hasonló válaszokat írtak a tanulók legnagyobb arányban /33%/. Csak kevés tanuló /5%/ jelölte meg a mértékegységet is /hány wattos/.

A teljesítményre utaló válaszok első helyre kerülésének okát abban kell látnunk, hogy az 5. osztályos tanulókkal, amikor izzólámpát vásároltatnak szüleik az üzletben, csupán azt közlik, hogy "hányas villanykörtét" hozzanak. A 220 voltos

hálózati feszültség általánossá, egységessé válása után felesleges ilyen jellegű vásárláskor a feszültség megjelölése. Így az 5. osztályos tanulók viszonylag ritkábban hallják az izzólámpával kapcsolatban, hogy "hány voltos".

Mire a 8. osztályba kerülnek a tanulók, megváltozik a helyzet. Nagyon sok családban a tanulókra bizzák /főleg a fiukra/ most már nemcsak az izzólámpa vásárlását, hanem cseréjét is. Ebből a körülményből adódóan a tanulók természetesen részletesebben vizsgálják a kiégett és az új izzólámpa szerkezetét, hibáját és a rajta levő felírást is. Ugyanakkor, más párhuzamosan ható tényezők hatására nő a tanulók többségében az elektromosság iránti érdeklődés is. Így a 8. osztályos tanulók esetében természetesnek kell tekintenünk, hogy nőtt a feszültségre utaló /"hány voltos"/ válaszok aránya /57%/, és a teljesítményre vonatkozó válaszokon belül javult a mértékegységet is magában foglaló /"hány wattos"/ válaszok aránya /20%/. Egyidejűleg csökkent az 5. osztályosokhoz viszonyítva a hétköznapi szóhasználatban elterjedt, pongyola kifejezés /"hányas"/ használata /22%/.

A tanulók 0,5-9%-os arányban irtak olyan válaszokat is, hogy az izzólámpákon feltüntetik a gyártó cég /gyár/ nevét, a gyártás helyét, idejét, a gyártási számot.

A 3. kérdésre kapott válaszok alapján arról kívántunk tájékozódni, milyen mértékben tudják az 5. és a 8. osztályos tanulók "értelmezni" elektromosságtani tanulmányaik megkezdése előtt a megadott feszültség-, áramerősség- és teljesítmény-adatokat /12 V; 3 A; 36 W/. Tájékozódni kívántunk arról, milyen mértékben tudják a vizsgálatban résztvevő tanulók a mérőszám utáni V, A, W betűről, hogy voltot, ampert, illetve wattot jelent.

A tanulók a 18. táblázatban látható arányban tudták ilyen módon értelmezni a megadott adatokat.

18. táblázat

	5. osztály	8. osztály
A tanulók száma	831	789
12 volt	35%	48%
Feszültség	1%	2%
3 amper	7%	24%
Áramerősség	2%	4%
36 watt	9%	36%
Teljesítmény	2%	12%

A 3. kérdésre adott válaszukban a tanulók mindkét osztályban elsősorban a mértékegység teljes kiírása révén /12 volt, 3 amper, 36 watt/ válaszoltak, s csak kisebb arányban nevezték meg a megadott mennyiségeket /feszültség, áramerősség, teljesítmény/.

Meglepően magas /36%/ az 5. osztályosok eredménye a feszültség-adat értelmezésében. Az áramerősség- és a teljesítményadat felismerésében már kisebb eredményt értek el /9%, 11%/. Ez természetszerűen adódik abból, hogy az 5. osztályos tanulók által használt és általuk ismert elektromos eszközökkel kapcsolatban gyakrabban kerül szóba a feszültség mértékegysége, mint a másik kettő.

A 8. osztályosok is csupán 14%-kal nagyobb arányban értelmezték helyesen a megadott feszültség-adatot /50%/. Több mint kétszeres viszont a 8. osztályosok eredménye az 5. osztályosokéhoz viszonyítva az áramerősség-adat felismerésében /28%/, s több mint négyszeresen a teljesítmény-adat értelmezésében /48%/. Ez utóbbi megítélésünk szerint, elsősorban annak köszönhető, hogy a 7. osztályban tanultak már a teljesítményről e tanulók, s ennek keretében megismerték a watt mértékegységet is /Kovács Z. - Zátonyi S., 1965.a.: 120.1./.

A spontán ismeretszerzés jelentőségét mutatja az a tény, hogy - e nagyfoku előrelépés és a teljesítményre vonatkozó iskolai ismeretfeldolgozás ellenére is - a 8. osztályos tanulók jobb eredményt értek el a feszültség-adat értelmezésében /50%/, mint a teljesítmény esetében /48%/. Tehát abban az ismeretkörben jobb a 8. osztályos tanulók eredménye, amiről az iskolában még nem tanultak/!/.

5. A hálózati áram tulajdonságai

A tanulók rendszeres elektromosságtani ismeretszerzésük megkezdése előtt is számos, hálózati árammal működő eszközt látnak, használnak. Az elektromos eszközök egy részén figyelmezt-

tető felírás van, hogy nem szabad a hátlapot levenni, míg a csatlakozót a fali konnektorból ki nem huzzuk /rádió, televízió/. Más eszközökön a szétszedést tiltó felírás olvasható, illetve olyan figyelmeztetés, hogy csak felnőtt jelenlétében használható /játék-vetítőgép/.

Sokféle megfigyelést végezhetnek a tanulók a hálózati árammal kapcsolatosan a szabadban /nagyfeszültségű távvezetékek/, az utcán /transzformátor-alállomások, légvezetékek, kábeljavítás, utcai világítás/, a lakásban /elektromos eszközök, biztosító, vezetékhálózat stb./. Számos ismerethez juthatnak a tanulók egy-egy elektromos eszköz vásárlásakor, amikor családi körben vagy az üzletben szóba kerül a különböző típusú készülékek előnye, hátránya. Az esetenként bekövetkező áramszünet, vagy valamely eszköz meghibásodása alkalmával olyan beszélgetés hallgatói vagy résztvevői lehetnek a tanulók, amelyekből bizonyos ismeretekre tehetnek szert a hálózati árammal kapcsolatban.

Mindezek alapján feltételezhető volt, hogy a tanulók már a rendszeres elektromosságtani ismeretszerzésük előtt is rendelkeznek bizonyos előismeretekkel a hálózati árammal kapcsolatban. Ezekről az előismeretekről a következő kérdések segítségével kívántunk tájékozódni:

1. Mit tudsz a hálózati áramról?

2. Felkapcsolod a "villanyt" a szobában, de az izzólámpa /"villanykörte"/ nem világít. Mi lehet az oka? /Ha tudsz, írd több okot is!/
3. Mi a rövidzárlat?

Az 1. kérdésre kapott válaszok alapján arról kívántunk tájékozódni, melyek a legnagyobb arányban kialakult képzet-társítások a tanulóknál a hálózati árammal kapcsolatosan. A kérdés ilyen általános jellegű megfogalmazása változatos, sokféle megnyilatkozásra adott lehetőséget a tanulók számára.

E válaszok - tartalmuk alapján - a 19. táblázatban látható gondolatkörökbe csoportosíthatók.

19. táblázat

	5. osztály	8. osztály
A tanulók száma	831	789
Életveszélyes, ráz	21%	21%
Feszültsége	3%	27%
Előállítása	2%	12%
Vezetése	21%	25%
Felhasználása	22%	14%
Egyéb	3%	7%

A hálózati áram életveszélyességével kapcsolatban a leggyakrabban előforduló megfogalmazás: életveszélyes, ráz. Van azonban olyan tanuló is, aki így ír: "A fázis érintése életveszélyes, a földelésé nem" /8. osztályos tanuló/. A hálózati áram veszélyességét egyenlő arányban /21%; 21%/ említették a tanulók az 5. és 8. osztályban.

A hálózati feszültségre vonatkozó leggyakoribb válaszok: 220 voltos; nagy /magas/ feszültségű; gyermekeknek nem szabad hozzányulni, az ipari áram 380 voltos. A feszültséggel kapcsolatos válaszok az 5. osztályban csak kis arányban /3%/ fordulnak elő, a 8. osztályban viszont az ilyen jellegű válaszok vannak az első helyen /27%/. Ez a tény - az előző, vizsgált téma adataival összhangban - azt bizonyítja, hogy az elektromos mennyiségek iránti érdeklődés később alakul ki a tanulóknál, mint az elektromos eszközök, jelenségek megismerésének igénye.

A hálózati áram előállításával kapcsolatos jellemző válaszok a következők: erőművekben állítják elő; vízienergiából állítják elő; vízből állítják elő; szénből termelik; turbinákban fejlesztik. Bár e megfogalmazások egy része fizikai szempontból pontatlan /vízből állítják elő; szénből termelik stb./, mégis ide soroltuk e válaszokat is, mert a maguk módján e válaszok megfogalmazói is a hálózati áram jellemzőjeként tartják számon az előállítás módját.

A hálózati áram vezetéken való eljuttatását a fogyasztókhoz ugyancsak jellemző tulajdonságnak tartotta a tanulók jelentős része: "Vezetéken továbbítják; behálózza a házakat; a lakásokba vezetik; egy központból /trafóból/ áramlik szét, több helyen leföldelik; a vezetékeket falban /csövekben/ vezetik" stb. A többi válaszhoz képest mindkét osztályban magas /21%; 25%/ az ilyen típusú válaszok aránya.

A hálózati áram felhasználásával kapcsolatos jellemző válaszok: "Világítanak vele; gépek hajtására lehet használni;

melegítésre használják /hőt fejleszt/; elektromos készülékeket lehet vele működtetni" stb. Az 5. osztályosok válaszában gyakoribb /22%/ , a 8. osztályosok válaszaik között már kisebb arányban /14%/ fordul elő az ilyen típusú válasz.

A fenti típusokba nem sorolható, viszonylag kis arányban /3%; 7%/ előforduló egyéb válaszok között a tanulók a hálózati áram jellemző tulajdonságaként írták például, hogy "A hálózati áram váltakozó áram; kétféle lehet /egyen- és váltakozó áram/; a hálózati áramot villanyórával méri; por- és haboltóval oltható, vízzel nem; a hálózati áram okozta tűz stb. Ezt az utóbbi választ csak 8. osztályos tanulók írták a 7. osztályos kémiában tanult ismeretek alapján /Küronya I., 1971: 31-32.1./.

- x -

A hálózati árammal kapcsolatos 2. kérdésre kapott válaszok alapján azt kívántuk megtudni, mennyire ismerik a tanulók azokat a hibalehetőségeket, amelyek következtében a "villany" felkapcsolásakor nem világít az izzólámpa. A kérdés lényegében egy probléma megfogalmazása /Kardos L., 1964.: 179.1./ Megítélésünk szerint azonban e kérdésre adott válasz a tanulók többsége esetében csak részben tekinthető problémamegoldásnak, mivel a tanulók a gyakorlatban már átéltek és megoldottak ilyen probléma-helyzetet, vagy tanúi voltak ilyennek. Így e tanulók számára a kérdésre adandó

válasz megfogalmazása nem problémamegoldást kíván, hanem az ilyen jellegű helyzetekre való visszaemlékezést, az ismert megoldások felidézését /Lénárd F. 1964.b.: 44.l.,

Pietrasinszki, Z., 1967.: 97.l./

A kérdésre adott válaszok nagy száma és sokrétősége felülmulta várakozásunkat. Az 5. és 8. osztályos tanulók összesen 37 féle okot soroltak fel, egy féle válasznak számítva a különböző megfogalmazásu, de azonos fizikai tartalmat kifejező válaszokat /pl.: az izzó kiégett, rossz az izzó; az izzószál elszakadt/.

Különbözőnek tekintettük a válaszokat akkor, ha azok fizikai vagy technikai szempontból eltérő tartalmat fejeztek ki /pl. az izzó meglazult, az izzó hiányzik/.

Az 5. és 8. osztályos tanulók válaszainak számát és az egy tanulóra jutó átlagot a 2o. táblázat mutatja.

2o. táblázat

	5. osztály	8. osztály
A vizsgált tanulók száma	802	863
Az adott válaszok száma	3368	3223
Az egy tanulóra jutó átlag	2,4	3,7

Az 5. osztályos tanulók mindegyike legalább egy, a 8. osztályosok mindegyike legalább két helyes választ adott, de több olyan 8. osztályos tanuló is volt, aki kilenc féle indokot sorolt fel.

A tanulók válaszaiban legnagyobb arányban megjelölt hibaforrásokról a 21. táblázat ad tájékoztatást.

21. táblázat

	5. osztály	8. osztály
A tanulók száma	802	863
Izzólámpa	91%	118%
Vezeték	48%	70%
Áramszünet	41%	55%
Biztosító	22%	41%
Kapcsoló	16%	41%
Rövidzárlat	16%	35%
Foglalat	2%	6%
Fogyasztásmérő	3%	4%
Egyéb	5%	2%

A hibaforrások sorában az 5. és 8. osztályos tanulók válaszaiban egyaránt az izzólámpa szerepel az első helyen, a soronkövetkező indoklás több, mint 40 %-kal kisebb arányban fordul elő mindkét osztályban. A 8. osztályosok közül többen két-három, tartalmilag egymástól eltérő választ is adtak az izzólámpával kapcsolatban. /Ezért szerepel a táblázatban 100%-nál nagyobb arány is./

A legnagyobb arányban megjelölt hat hibaforrás esetében azonos a sorrend az 5. és 8. osztályos tanulók válaszaiban, csupán az egyes hibaforrások megnevezésének aránya nagyobb

a 8. osztályosok válaszaiban. Ez a tény arra enged következtetni, hogy az 5. osztálytól a 8. osztályig terjedő időszakban egyikkel kapcsolatban sem szereznek a tanulók a többihez képest kiemelkedő mennyiségű ismeretet; a tapasztalatszerzés mindegyik hibalehetőséget illetően lényegében azonos intenzitású.

A tanulók /különösen a 8. osztályosok/ elég nagy arányban jelölték meg lehetséges hibaként a rövidzárlatot. A tanulókkal folytatott beszélgetésekből arra következtettünk, hogy a "rövidzárlat" kifejezésnek többen a tényleges jelentéstől eltérő tartalmat tulajdonítanak. Ezért a második évi felmérés során, más kérdések mellett választ kerestünk arra is, hogy milyen értelemben használják a tanulók a "rövidzárlat" szót rendszeres elektromosságtani ismeretszerzésük megkezdése előtt /3. feladat/. A tanulók a 22. táblázatban látható értelmezéseket adták a rövidzárlatra.

22. táblázat

	5. osztály	8. osztály
A tanulók száma	831	789
Két vezeték összeér	15%	33%
Megsérül a szigetelés	10%	15%
Kiég /kiold/ a biztosító	5%	18%
Áramszünet	32%	27%
Egyéb	4%	6%

A válaszok értékelésekor azt vettük fő kritériumként, hogy rövidzárlat esetén a különböző potenciálon levő két

vezető közvetlen érintkezésbe kerül. Így az áramforrásból az áram /vagy annak nagyobb hányada/ az áramkörben levő nagy ellenálláson /fogyasztón/ való áthaladás nélkül, "rövidebb" úton jut vissza az áramforrásba.

Az 5. osztályos tanulóknak még csak 15%-a, a 8. osztályosoknak viszont 33%-a írta a rövidzárlat értelmezéseként a két vezeték érintkezését. A 8. osztályosok válaszai között ez szerepel legnagyobb arányban. Leggyakoribb tanulói megfogalmazások: "Két vezeték összeér; két drót érintkezik; a csőben összeérnek a vezetékek; a vezeték letestel; a fázis és a föld érintkezik egymással; a fázis és a nulla összér". Különösen az utóbbi megfogalmazásokon jól érződik a köznapi szóhasználat hatása. A válaszok kisebb hányadában található csak olyan utalás, amelyből két különböző potenciálon levő vezeték érintkezésére lehet következtetni. A rövidzárlatot előidéző közvetlen ok, az esetek többségében a szigetelés megrongálódása vagy a vezeték elszakadása /pl. légvezeték esetén/. Az 5. osztályos tanulók 10%-a, a 8. osztályos tanulók 15%-a ezt az okot jelölte meg a rövidzárlat értelmezéseként. Jellegzetes válaszok: "Tönkremegy a szigetelés, megsérül a vezeték /a szigetelés/, hibás a vezeték; elszakad a vezeték."

Rövidzárlat esetén csökken az ellenállás, nő az áramerősség. A túl nagy áramerősség veszélyessé válhat. E veszély megelőzése végett iktatnak az áramkörbe biztosítót, amely a megengedettnél nagyobb áramerősség esetén kiolvad /olvadóbiztosító/ vagy kikapcsol /automata biztosító/. A biztosító kiolvadása /vagy kikapcsolódása/ már a rövidzárlat következ-

ménye, éppen úgy, mint az ezt követő áramszünet.

A biztosító kiolvadását /kikapcsolódását/ az 5. osztályos tanulók 5%-a, a 8. osztályos tanulóknak viszont 18%-a írta. A három év alatt bekövetkező jelentős változás okát abban látjuk, hogy a 12-13 éves tanulók közül már elég sokan vállalkoznak rövidzárlat esetén a biztosítóbetétpótlására, vagy az automata biztosító bekapcsolására. Így e tanulók számára szoros képzettársítás alakul ki a rövidzárlat és a biztosító kiolvadása illetve kikapcsolódása között.

Az áramszünet szerepel az 5. osztályos tanulók válaszában legnagyobb arányban /32%/ a rövidzárlat értelmezésében. Bár a 8. osztályos tanulók válaszai között már második helyen áll ez az értelmezés, de még mindig nagy arányban írták e tanulók is /27%/. A magyarázatot abban kell keresnünk, hogy a tanulók számára a rövidzárlattal kapcsolatban az izzólámpa "kialvása", a működésben levő más fogyasztók "leállása" jelenti az első és közvetlenül tapasztalható élményt.

Az "egyéb" gyűjtőszóba a rövidzárlat következményeként vagy ezzel együttjáró, de az eddigi csoportokba nem sorolható tanulói válaszokat soroltuk. Például: "Túl nagy az áram; a megengedettnél nagyobb az áramerősség; szikrázik a vezeték; a vezeték felizzik; réz a vasaló; a gépek nem működnek".

Összegezés

A tanulók elektromosságtani előismereteinek vizsgálatában szerzett tapasztalatokról a következőket állapíthatjuk meg:

Az 5. és a 8. osztályos tanulók minden várakozást felülmuló számban és arányban neveztek meg elektromos vezetőket és szigetelőket. A tanulók döntő többsége számára ismert tény, hogy a vas, a réz, az alumínium vezeti az áramot, a műanyag, a gumi, az üveg pedig nem vezeti.

Az 5. osztályos tanulók kis hányadának, a 8. osztályba lépő tanulók többségének - elemi szinten - megfelelő fogalma van az elektromos áramköréről. E tanulók tudják, hogy az izzólámpa csak akkor világít, vagy más fogyasztó csak akkor működik, ha azt elektromos vezeték segítségével zsebtelep /vagy más megfelelő áramforrás/ áramkörébe kapcsoljuk.

A tanulók egy része azonban úgy képzei, hogy az elektromos áram az áramforrás két sarkából kiindulva a két vezetéken "párhuzamosan" haladva jut el a fogyasztóhoz. Ez a szemlélet elsősorban olyan tanulókra jellemző, akik kísérleteztek ugyan már zsebteleppel, zsebizsgálóval, de nem volt alkalmuk megismerni az áram mibenlétét elemi szinten sem, a "elméletüket" az általuk beidegződött kapcsolás technikájának analógiájára alkották.

A tanulók más részének elképzelése szerint a fogyasztó úgy is működtethető, ha azt "láncszerűen", az egyik kivezetésnél fogva kapcsoljuk az áramforráshoz. /A hővezetés analógiája./

Az 5. osztályosok kisebb hányada, a 8. osztályba lépő tanulók többsége meg tudja különböztetni bemutatott kísérlet és rajz alapján az izzólámpák soros és párhuzamos kapcsolását. A megkülönböztetés, indoklás szintjében jelentős differenciáltság mutatkozik.

Már az 5. osztályos tanulók is nagyon sok olyan elektromos eszközt ismernek, amely hőt fejleszt, illetve amelyben motor van. A 8. osztályos tanulók válaszaiban csak kevéssel több a megnevezett eszközök száma; inkább az egy-egy tanulóra jutó átlagban van eltérés a 8. osztályosok javára. A tanulók a fogyasztókhoz képest kis mértékben tudnak megnevezni áramforrásokat. A tanulók ismerik az akkumulátor, a turbógenerátor, a dinamó kifejezéseket, részben a köznapi tapasztalatból, szóhasználatból, részben iskolai tanulmányaikból, - legtöbbször azonban nem tudatosul, hogy ezek az eszközök is "áramot szolgáltatnak" számukra. A tanulók - éppen a köznapi szóhasználat következtében - nem tesznek különbséget elem és telep között.

Az elektromos mennyiségek, mértékegységek ismeretében az előző ismeretkörökhöz képest kisebb a tanulók tájékozottsága; az elektromos eszközök, jelenségek iránti érdeklődés korábbi és általánosabb, mint az elektromos mértékegységek, mennyiségek iránti érdeklődés. A tanulók kezdetben inkább a mértékegységeket /volt, amper, watt/ ismerik, s csak később használják az elektromos mennyiségek elnevezéseit /feszültség, áramerősség, teljesítmény/. Széles körben elterjedt a tanulók között a "negyvenes, hatvanas, százasa" stb. elnevezés, amellyel az izzólámpák teljesítményét jelölik /40 wattos, 60 wattos, 100 wattos elnevezés helyett/. A tanulók többségének megfelelő tájékozottsága van a zsebtelep, illetve zsebelem feszültségéről.

A hálózati árammal kapcsolatos előismeretekre az 5. osztályosok esetében a hálózati áram életveszélyességére, nagy távolságra történő vezetésére és felhasználására vonatkozó válaszok a jellemzők. A 8. osztályba lépő tanulók válaszában ezek elé kerül a feszültséggel való jellemzés.

Sokoldalú elképzelésük van már az 5. osztályosoknak is arról, hogy mi lehet az oka annak, ha felkapcsoljuk a "vil-lanyt", s nem világít az izzólámpa. A 8. osztályosok lényegében ugyanazokat az okokat írják, csak nagyobb arányban és precízebb fogalmazással. Bár a tanulók számára általánosan ismert a rövidzárlat kifejezés, annak értelmezésében eléggé eltérőek a tanulók ismeretei.

Az elektromosságtani előismeretek összességére jellemző, hogy azokat a tanulók - szinte kivétel nélkül - az elektro-mosság gyakorlati alkalmazásai felől közelítették meg; az elektrotechnikán keresztül jutottak el az előismeretek adott szintjéig.

3.2 Egyszerű elektromos kapcsolások összeállítása

A tanulók jelentős része már 5. osztályos korában /sőt azt megelőzően is/ használt elektromos eszközöket, játszik zsebleppel, zsebizzóval, elektromos játékokkal. Felmerült ezért a kérdés, hogy milyen mértékben képesek a tanulók az egyszerűbb elektromos áramkörök összeállítására rendszeres

elektromosságtani ismeretszerzésük megkezdése előtt. E kérdésre a következő feladatok megoldatása révén kerestük a választ:

1. Kapcsold össze a zseblepet /elemet/ és a zsebizzót a vezetékek segítségével úgy, hogy az izzó világítson! /Eszközök: zseblep talapzattal, zsebizzó foglalat, banándugós vezetékek, krokodilcsipeszek./

2. Kapcsold össze a zseblepet /elemet/ és a két zsebizzót a vezetékek segítségével úgy, hogy mindkét izzó világítson! /Eszközök: zseblep talapzattal, 2 db zsebizzó foglalat, banándugós vezetékek, krokodilcsipeszek./

3. Kapcsold össze a zseblepet /elemet/, a zsebizzót és a kapcsolót úgy, hogy a zsebizzó akkor világítson, ha a kapcsoló gombját lenyomod! /Eszközök: zseblep talapzattal, zsebizzó foglalat, pillanatkapcsoló, banándugós vezetékek, krokodilcsipeszek./

4. Kapcsold össze a zseblepet /elemet/, a két zsebizzót és a kapcsolót úgy, hogy ha a kapcsoló gombját lenyomod, mindkét izzó világítson! /Eszközök: zseblep talapzattal, 2 db zsebizzó foglalat, pillanatkapcsoló, banándugós vezetékek, krokodilcsipeszek./

A tanuló tevékenységének figyelemmel kísérése, feljegyzése, elemzése révén meg akartuk állapítani a helyes és helytelen megoldások jellegzetességeit, hogy ezek ismeretében céltudatosabban fejleszthessük tanulóinkat az elektromos kapcsolások összeállításában.

A 3. feladat megoldatásával arra is választ kívántunk kapni, hogy az izzólámpák soros vagy párhuzamos kapcsolása kézenfekvőbb-e a tanulók számára. Bár az 1963. évi tanterv alapján készült tankönyv bírálatakor megoszlott erről a bírálók, gyakorló pedagógusok véleménye, döntő többségük a soros kapcsolást tartotta a tanulók számára egyszerűbbnek. Ennek megfelelően - a tantervi sorrendtől eltérően - a tankönyvben először a fogyasztók soros kapcsolása szerepelt, s ezt követően tárgyalta a tankönyv a párhuzamos kapcsolást. /Tanterv és utasítás az általános iskolák számára, 1963.: 411.1., Kovács Z. - Zátonyi S., 1966. a.: 55.1./ A vizsgálattal arra is választ kívántunk kapni, hogy a tanulók előismeretei, kísérleti tapasztalatai oldaláról tekintve optimálisnak tekinthető-e ez a sorrend.

Egy másik problémára már a próbafelméréskor választ kaptunk, Eredeti tervünkben a 2. és a 3. feladat sorrendje fordított volt. Egyszerűbbnek gondoltuk ugyanis az izzólámpa és a kapcsoló zsebttelephez kapcsolását, mint áramkör létesítését két izzólámpával. Ezt a sorrendet korábbi tanítási gyakorlatunk sugallta: a kapcsoló alkalmazása a 8. osztályos fizika I. témakörének első óráján szerepelt, míg két izzó áramkörbe iktatására első ízben csak a II. témakör elején, kb. a 18. órán került sor. /Kovács Z. - Zátonyi S., 1966.a.: 6., 55.1., Kovács Z. - Zátonyi S., 1967: 66., 123.1./.

Már a próbafelmérések során kiderült, hogy a tanulók számára az általunk könnyebbnek ítélt kapcsolat jelent több problémát, ezért a tényleges vizsgálatban már az ismertetett sor-

rendben adtuk fel a feladatokat a tanulóknak. A sorrend ilyen megállapítása helyesnek bizonyult: a 3. feladat megoldói mind azok közül valók voltak, akik a 2. feladatot is jól megoldották. Olyan tanuló viszont nem volt, aki két izzót nem tudott volna a zseblepéhez kapcsolni, ugyanakkor pedig áramkört tudott volna létesíteni kapcsoló közbeiktatásával. A tanulók számára tehát könnyebb az adott feltételek mellett két izzót az áramkörbe iktatni, mint egy izzót és egy kapcsolót.

A vizsgálat módszere

A vizsgálat célkitűzéséből és a feladatok természetéből adódott, hogy a felvetett kérdésekre csak egyénenkénti vizsgálattal kaphatunk választ.

A feladatok konkrét ismertetése előtt megmutattuk a tanulóknak az egyes eszközöket, a vezetékek csatlakozási lehetőségeit. A feladatok megoldásához azonban semmilyen konkrét segítséget nem adtunk. Egy-egy feladat megoldásához általában 5-5 percnyi időt biztosítottunk. Ha azonban egy megkezdett tevékenységet szakított volna félbe az 5 perc letelte, megvártuk a megkezdett kapcsolás befejezését, s jónak fogadtuk el ezt a megoldást is.

A kapcsolást követő beszélgetés révén tájékozódunk arról, milyen megfontolás, logikai művelet sor vezette a tanulót a megoldáshoz, illetve mi akadályozta a sikeres megoldást.

Ezt a vizsgálatot 28 iskola 120 tanulójaival végeztük el. A vizsgált tanulók 5., 6., 7. osztályosok voltak /osztályonként 40-40 tanuló/.

Az előismeretekkel kapcsolatos vizsgálatokban soros és párhuzamos kapcsolást bemutató kísérlet volt. Feltehetően az írásos felmérés után a tanulók egymás között megbeszélték a látottakat, megvitatták az általuk adott válaszokat. Ezért - vizsgálatunk célkitűzésének megfelelően - az egyszerűbb elektromos kapcsolások összeállítására vonatkozó vizsgálatunkat kivétel nélkül olyan tanulócsoporthoz tartozó tanulókkal végeztük, ahol nem volt felmérés az elektromosságtani előismeretekkel kapcsolatban.

A vizsgálatba bevont tanulókat az adott osztályban számtan-mértant, illetve fizikát tanító tanár segítségével választottuk ki. /Tanulócsoportonként általában egy fiút és egy leányt./ Olyan tanulókat vontunk be a vizsgálatba, akik nem tartoznak sem a legjobb, sem a leggyengébb felkészültségű tanulók közé. /A vizsgált tanulók előző évi tanulmányi átlaga 3,- és 4,2 között volt; az osztályonkénti és az összátlag egyaránt 3,63./

Eredmények

Az 1. feladat megoldása során a tanulóknak zsebttelepből, zsebizzóból és két vezetékből kellett áramkört összeállítaniuk. Bár a feladat egyszerű, több tanuló a vizsgálat során került szembe elsősízből ezzel a problémával.

A kapcsolást a vizsgált tanulók a 23. táblázatban látható arányban és átlagidő alatt állították össze hibátlanul.

23. táblázat

	5. oszt.	6. oszt.	7. oszt.
A tanulók száma	40	40	40
A jó kapcsolások aránya	87%	94%	100%
A jó kapcsolások idő- átlaga	68 s	62 s	45 s

A zsebitelepből és zsebizzóból álló áramkör önálló összeállítására tehát az 5. osztályos tanulók számára sem jelent problémát, hiszen úgy érték el 87%-os eredményt, hogy az iskolai oktatás keretében semmit sem tanítottunk erről. A 6. osztályban ez az eredmény tovább fokozódik /94%/. A vizsgált 7. osztályos tanulók mindegyike össze tudta állítani ezt az áramkört. A 8. osztályban tehát semmi újat nem jelentett számukra, ha ilyen követelmények elé állítottuk őket.

A kapcsolást jól összeállító tanulók időátlagában is csak kevés eltérés mutatkozik az egyes osztályok tanulói között. A kapcsolat összeállításához szükséges legrövidebb idő 7 s /7. osztályos tanuló/, a leghosszabb 371 s volt /5. osztályos tanuló/.

A kapcsolat összeállításában a következő jellegzetességeket tapasztaltuk:

a/ A tanulók többsége az eszközök áttekintése után magabiztosan kapcsolta a zsebizzót a zsebitelephez a vezetékek segítségével. A tanulók általában azzal az eszközzel kezdték a kapcsolást, amely éppen a kezükbe akadt.

b/ A vizsgált tanulóknak mintegy harmad része némi gondolkodás után összekapcsolta a zsebitelep egyik sarkát a zsebizzó egyik kivezetésével, majd kis várakozás után a szabadon maradt kivezetéseket is összekötötte vezetékkel. Néhány tanuló az első vezetékkel való összekapcsolás után azt várta, hogy világítson az izzólámpa, de miután ez elmaradt, felismerte, hogy a zsebitelep és a zsebizzó között még egy összeköttetési lehetőség van. E tanulóknak tehát nem az áramkörről alkotott ismeret volt a cselekvés alapja, hanem az eszközök technikai kivitele "sugallta a felfedezést".

c/ Néhány tanuló próbálkozással jutott el a jó kapcsoláshoz. A helyes megoldás megtalálása ily módon /ha egyáltalán sikerült/, általában sok időt vett igénybe.

d/ Az a néhány tanuló, aki nem tudta összeállítani az áramkört, vagy megállt a zsebitelep és a zsebizzó egy vezetékkel való összekapcsolása után, vagy kihagyta a kapcsolásból a telepet, illetve az izzót.

- x -

A 2. feladat megoldása során a tanulóknak két zsebizzóból és egy zsebitelepből kellett áramkört összeállítaniuk. A feladat megoldása könnyebbnek bizonyult, mint azt előzetesen feltételeztük.

E kapcsolást a vizsgált tanulók a 24. táblázatban látható arányban és időátlag alatt állították össze hiánytalanul.

24. táblázat

	5. oszt.	6. oszt.	7. oszt.
A tanulók száma	40	40	40
A jó kapcsolások aránya	87%	87%	94%
A jó kapcsolások időátlag	67 s	60 s	60 s

Meglepő, hogy az 5. osztályos tanulók a két zsebizzót tartalmazó kapcsolást ugyanakkora arányban /87%/ tudták összeállítani, mint az egy izzót tartalmazó áramkört /23. táblázat/. A 6. és a 7. osztályos tanulók eredménye az 1. feladathoz viszonyítva egy kevéssel /7%-kal, illetve 6%-kal/ csökkent, így az egyes osztályok közötti különbségek még az előző feladat megoldásában tapasztaltnál is kisebbek.

Ezek az adatok azt mutatják, hogy azok a tanulók, akik egy zsebizzót be tudnak iktatni az áramkörbe, általában két izzóval is tudnak áramkört létesíteni. /Ez alól a vizsgált 6. osztályos tanulóknak csupán a 7%-a, a 7. osztályosoknak pedig a 6%-a kivétel./

Ugyancsak meglepő az a tény, hogy - bár ez a kapcsolat összetettebb volt, mint az előző - az 5. osztályos tanulóknak átlagosan 1 másodperccel, a 6. osztályosoknak 2 másodperccel kevesebb időre volt szükségük, mint az előző kapcsolat összeállításához. Igaz, hogy a 7. osztályosok átlagosan 15 másodperccel több időt fordítottak a 2. kapcsolat

összeállítására, ez is kevesebb, mint amennyit a két kapcsolás összetettsége közti különbség alapján vártunk. A kapcsolás összeállításához szükséges legrövidebb idő 14 s /7. osztályos tanuló/, a leghosszabb idő 242 s /7. osztályos tanuló/.

A tanulók kísérletezésének megfigyelése során azt tapasztaltuk, hogy a 2. feladat megoldása során a tanulók többsége már ügyesen alkalmazza azokat az ismereteket és technikai fogásokat, amelyeket az első feladat megoldása közben szerzett. A második kapcsolást jól összeállító tanulók 30%-ának volt rövidebb időre szüksége a két izzót tartalmazó kapcsolás összeállításához, mint egy izzó telephez való kapcsolásához. Az a tanuló például, aki az első feladatot próbálkozással 371 s alatt oldotta meg, a két izzót tartalmazó kapcsolást már csak 53 másodperc alatt állította össze. Még néhány jelentős időkülönbség:

246 s - 100 s; 187 s - 29 s; 120 s - 62 s; 103 s - 28 s.

Elgondolkodtató, hogy már egyetlen, önállóan összeállított kapcsolás is milyen fejlesztő hatással van a tanulókra!

A kapcsolás összeállításában tapasztalt jellegzetességek a következők:

a/ A tanulók többsége - szinte az előző feladat megismétléseképpen - először az egyik zsebizzót kapcsolta a zsebitelephez, majd ennek analógiájára a másikat. A tanulók számára ez a megoldás kínálkozott célravezetőnek, hiszen az előző kapcsolás tapasztalata alapján feltételezhető volt, hogy a másik izzó azonos kapcsolás esetén ugyancsak vi-

légít. A transzfer-hatásra enged következtetni az a tény, hogy a párhuzamos kapcsolást alkalmazó tanulók - három kivételével - valamennyien közvetlenül a zsebtelaphez kapcsolták mindkét izzó vezetéket, sőt az izzólámpákat is a telepnek ugyanarra az oldalára helyezték el.

Csupán egyetlen tanuló volt, aki az izzókat a telep két oldalán helyezte el, s ketten csatlakoztatták a második zsebizzó vezetékeit az első izzó kivezetéseivel.

b/ A két zsebizzóból és zsebtelapból álló áramkört helyesen összeállító tanulók 93%-a párhuzamosan kapcsolta a két izzót, s csupán 7%-a kapcsolta sorosan.

c/ E kapcsolat összeállításában már kisebb arányban fordult elő a próbálkozás; gyakrabban a második, ritkábban az első izzó áramkörbe iktatása esetén.

E kapcsolások közös jellemzője, hogy összeállítók csak arra figyeltek fel az első kapcsolatban, hogy az izzólámpa mindkét kivezetését a telephez kell kapcsolni, de az már elkerülte a figyelmüket, hogy a két vezetéket a telep két kivezetéséhez kell kapcsolniok. Miután a hibásan kapcsolt izzólámpa nem világított, próbálgatással keresték meg a helyes kapcsolási módot.

d/ Az a néhány tanuló, aki nem jutott el a helyes összeállításához, vagy tanácstalanul állt a második izzó bekapcsolása előtt /s meg sem kísérelte az áramkörbe iktatását/, vagy a telep egyik sarkához kapcsolta az izzó mindkét kivezetését.

A 3. feladat megoldása során a tanulóknak zsebitelepből, zsebizzóból és pillanatkapcsolóból olyan áramkört kellett összeállítaniok, hogy az izzó akkor világítson, amikor a kapcsoló gombját lenyomjuk.

E kapcsolást a vizsgált tanulók a 25. táblázatban feltüntetett arányban és időátlag alatt állították össze hibátlanul.

25. táblázat

	5. oszt.	6. oszt.	7. oszt.
A tanulók száma	40	40	40
A jó kapcsolások aránya	44%	44%	50%
A jó kapcsolások időátlag	75 s	117 s	75 s

A táblázat /az elővizsgálattal összhangban/ azt mutatja, hogy az egy izzót és kapcsolót tartalmazó áramkör összeállítása sokkal nagyobb nehézséget jelentett a tanulók számára, mint két izzó áramkörbe iktatása. A tanulókkal folytatott beszélgetés és a kapcsolások összeállításának megfigyelése alapján úgy látjuk, hogy e feladatot csak azok a tanulók tudták tudatosan megoldani, akik ismerték /vagy a feladatmegoldás során felismerték/, hogy a kapcsolóval zárni és nyitni lehet az áramkört. E kapcsolást nem lehetett az előző feladat analógiájára összeállítani, s nagyon kicsi valószínűséggel lehetett megtalálni a jó megoldást próbálgatással is.

Amellett, hogy a jó kapcsolások aránya közel a felére csökkent az előzőhöz viszonyítva, a megoldási idő a három

osztály átlagát tekintve 62 s-ról 89 s-ra nőtt. A kapcsolás összeállításához szükséges legrövidebb idő 18 s /7. osztályos tanuló/, a leghosszabb idő 215 s /6. osztályos tanuló/. Amint látható, a kísérletre fordított idő minimuma és maximuma között kisebb a különbség, mint az előző két kísérlet esetében. Ennek az a magyarázata, hogy azok a tanulók, akik az előző kísérletet csak több gondolkodással /esetleg próbálgatással/, hosszabb idő alatt tudták megoldani, ezt a kapcsolást már nem tudták összeállítani.

A kapcsolás összeállításában a következő jellegzetességeket tapasztaltuk:

a/ Azok a tanulók, akik ismerték az áramkör fogalmát és a kapcsoló szerepét, magabiztosan és rövid idő alatt összeállították a kapcsolást. Az egyik tanuló pl. - nyilván nem ismerte az "áramkör" kifejezést - a kapcsolás megkezdése előtt megjegyezte, hogy "körkapcsolást" létesít /5. osztályos tanuló/.

Érdekes, hogy a tanulók - szinte kivétel nélkül - először a kapcsolót vették kézbe, s azt kapcsolták elsőként valamelyik eszközhöz. Bizonyára a kapcsoló ujszerűsége okozta ezt.

b/ A hibás megoldások legtöbbször abból adódott, hogy a tanulók egy része a kapcsolást az előzőhöz hasonló módon állította össze, párhuzamosan kapcsolva az izzót és a kapcsolót.

Ebből az adódott, hogy - a feltétellel éppen ellentétesen - az izzó akkor nem világított, ha a kapcsolót zárta a tanuló, mivel a kapcsoló rövidre zárta a zsebtelepet.

c/ A hibás megoldást adó tanulók további része vagy kihagyta valamelyik eszközt a kapcsolásból, vagy ugyanannak az eszköznek a két kivezetését kapcsolta a zsebtelep azonos sarkához.

- x -

A 4. feladat megoldása során a tanulóknak zsebtelepből, kapcsolóból és két zsebizzóból olyan áramkört kellett összeállítaniuk, hogy a két izzó akkor világítson, amikor a kapcsoló gombját lenyomjuk. A második feladathoz hasonlóan, most sem határoztuk meg a feladatban, hogy a két zsebizzót sorosan vagy párhuzamosan kapcsolják a tanulók az áramkörbe.

E kapcsolást a vizsgált tanulók a 26. táblázatban feltüntetett arányban és időátlag alatt állították össze hibátlanul.

26. táblázat

	5.oszt.	6. oszt.	7. oszt.
A tanulók száma	40	40	40
A jó kapcsolások aránya	25%	37%	44%
A jó kapcsolások időátlaga	77 s	107 s	58 s

Az előző feladathoz képest csak az 5. osztályos tanulók teljesítménye csökkent nagyobb mértékben /19%-kal/; a 6. és a 7. osztályosok által nyújtott jó megoldások aránya csak kevéssel /7%-kal, illetve 6%-kal/ csökkent. Ennek magyará-

zatát abban látjuk, hogy a feladat lényegében olyan két kapcsolás együttes alkalmazását kívánta meg, amelyet a tanulók előzőleg már eredményesen megoldottak.

A 4. feladat logikailag tulajdonképpen e két feladat szintézisét kívánta meg a tanulóktól. Az adatok tanúsága szerint az 5. osztályos tanulók számára éppen ez jelentett a többiekhez viszonyítva nagyobb nehézséget. Ez a tapasztalat egybevág azzal a korábbi megállapításunkkal, hogy az 5. osztályos és a felsőbb osztályos tanulók közti különbség kevésbé mutatkozik az elektromosságtani előismeretekben, nagyobb mértékben az ezekhez kapcsolódó gondolkodási műveletekben.

A kapcsolásra fordított idő átlaga az 5. osztályosok esetében ugyan átlagosan 2 másodperccel nagyobb, mint az előző feladathoz szükséges idő átlaga, de jelentősen kisebb, mint amennyit a két kapcsolás összetettsége közti különbség alapján vártunk. A kapcsolásra fordított idő átlaga a 6. és a 7. osztályosok esetében pedig még kisebb is /10 s-mal illetve 17 s-mal/, mint a harmadik feladat megoldására fordított időátlag, - annak ellenére, hogy ez a kapcsolás összetettebb volt, mint az előző. A negyedik kapcsolást jól összeállító tanulók 59%-ának /!/ volt rövidebb időre szüksége e kapcsolás összeállításához, mint a harmadik feladatban szereplő, egyszerűbb áramkör kiépítéséhez.

Néhány jelentős időkülönbség: 215 s - 65 s; 150 s - 75 s; 130 s - 55 s; 102 s - 53 s. /Ugyanolyan időcsökkenést tapaszt-

taltunk ebben az esetben is, mint a második feladat megoldásakor az elsőhöz viszonyítva./ Ez a tény ismételtten azt igazolja, hogy jelentős transzfer-hatás érvényesül az egyes elektromosságtani kapcsolások összeállítása között.

A 4. feladatban szereplő kapcsolat összeállításához szükséges legrövidebb idő 20 s /7. osztályos tanuló/, a leghosszabb idő 228 s /6. osztályos tanuló/.

A kapcsolat összeállításában tapasztalt jellegzetességek a következők:

a/ A helyes megoldást nyújtó tanulók többsége a kapcsolóból és a zsebitelepből kiindulva kezdte az áramkör kiépítését, majd a telep másik sarkához is kapcsolt vezetékét, elágazást létesített, s utolsóként kapcsolta az áramkörbe a két izzót. A vezetékeket a párhuzamosan kapcsolt izzókhoz az esetek többségében a kapcsoló egyik kivezetésén, illetve a zsebitelep egyik sarkán ágaztatták el a tanulók, s nem az első izzólámpa kivezetésein.

b/ A két zsebizzből, zsebitelepből és kapcsolóból álló áramkört helyesen összeállító tanulók 65%-a párhuzamosan kapcsolta a két izzót, 35%-uk pedig sorosan. Bár ebben az esetben is az izzókat párhuzamosan kapcsoló tanulók vannak többségben, a második feladathoz képest jelentősen megnőtt az izzókat sorosan áramkörbe iktató tanulók aránya /7%-ról 35%-ra/. Megfigyelésünk szerint az esetek többségében a soros kapcsolat választása az előző feladat transzfer-hatására vezethető vissza. A 3. feladat megoldása során ugyanis

szükségszerű volt az izzó és a kapcsoló elágazás nélküli /"soros"/ áramkörbe iktatása.

Azok a tanulók, akik a két zsebizzót sorosan iktatták az áramkörbe, a kapcsolót általában a zsebtelep és az egyik zsebizzó közé iktatták. Mindössze két tanuló iktatta a kapcsolót a két zsebizzó közé.

c/ A hibás megoldást adó tanulók többsége párhuzamosan kapcsolta a zsebizzókat és a kapcsolót. Ezért - a feltétellel ellentétesen - az izzó akkor világított, amikor a kapcsoló nyitott állásban volt.

d/ Néhány tanuló a mellékágba iktatta a kapcsolót, így - a feladat feltételétől eltérően - az egyik izzó a kapcsoló állásától függetlenül, állandóan világított.

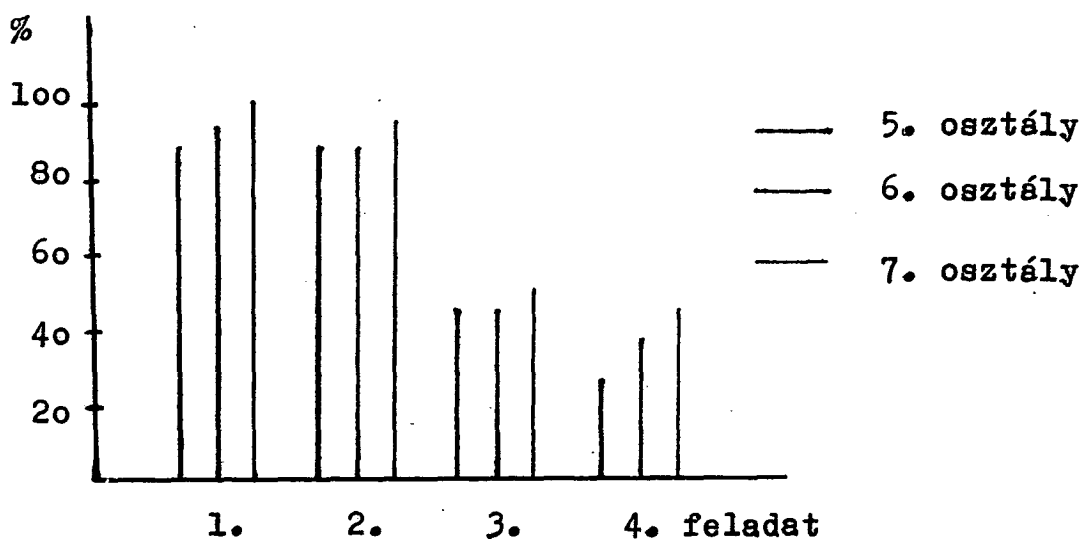
e/ A hibás megoldást adó tanulók további része vagy kihagyta valamelyik eszközt a kapcsolásból, vagy a sikeres megoldás előtt tanácstalanul félbehagyta a kapcsolást /nem igazodott el a rendszertelenül elhelyezett vezetékek között/. Néhány tanuló próbálkozása a feladat összetettsége miatt a rendelkezésre álló idő alatt nem vezetett eredményre.

Célszerű közvetlenül is összehasonlítani az előző táblázatokban külön-külön közölt tanulói teljesítményeket /27. táblázat/.

27. táblázat

	5. oszt.	6. oszt.	7. oszt.
A tanulók száma	40	40	40
1. feladat	87%	94%	100%
2. feladat	87%	87%	94%
3. feladat	44%	44%	50%
4. feladat	25%	37%	44%
Összátlag	61%	66%	72%

Ha ugyanezeket az adatokat grafikusán ábrázoljuk, a 7. ábrán látható képet kapjuk.



7. ábra

Az osztályonkénti összátlagot tekintve megállapítható, hogy az egyszerű elektromos áramkörök összeállításában elért eredmény csak nagyon kicsi eltérést mutat az 5., a 6. és a 7. osztályban /5-6 %/. Ezek szerint már az 5. osztályos tanulók

is megközelítően ugyanolyan mértékben rendelkeznek azokkal a képességekkel, amelyek az egyszerű áramkörök összeállításához szükségesek, mint az elektromosságtan rendszeres tanulása előtt álló 7. osztályos tanulók.

Összegezés

Az egyszerűbb elektromos kapcsolások összeállításának vizsgálatában szerzett tapasztalatokról a következőket állapíthatjuk meg:

A tanulók többsége /87-100%/ képes már az elektromosságtani tanulmányait megelőzően is minden segítség nélkül önállóan összeállítani olyan áramköröket, amelyekben a zseblepeken kívül egy vagy két izzólámpa van. Az ilyen feladat az 5. osztályos tanulók számára sem jelent különösebb nehézséget. Ugyancsak jelentős részük /25-50%/ olyan áramköröket is össze tud állítani minden segítség nélkül, amelyekben az előző eszközökön kívül kapcsoló is van.

Az egy izzót és egy kapcsolót tartalmazó áramkör összeállítása nagyobb nehézséget jelent a tanulók számára, mint a két izzólámpát tartalmazó, kapcsoló nélküli áramkör összeállítása.

Amennyiben nem szabjuk meg, hogy milyen módon kapcsolják a tanulók az áramkörbe az izzókat, döntő többségük párhuzamosan kapcsolja azokat az áramkörbe.

Már egyetlen, önállóan végzett kapcsolat is nagymérvű fejlesztő hatással van a tanulókra. Az olyan kapcsolást,

amely tartalmazza az előző kapcsolás valamely logikai elemét, nagyobb biztonsággal és rövidebb idő alatt állították össze a tanulók - már egyetlen megelőző kapcsolás esetén is /transzfer-hatás/.

Az elektromos áramkörök összeállítását a tanulók többsége céltudatosan végzi; viszonylag kevés a próbálgatás. Az áramkörök kialakításában általában nem tartanak rendszert a tanulók; legtöbbször "párhuzamosan", a zsebtelep két sarkából kiindulva, a zsebizzó irányába haladva építik ki az áramkört, vagy az ujonnan kézbe kapott eszközzel /kapcsolóval/ kezdik az áramkör kialakítását.

Az egyszerű elektromos áramkörök összeállításában a rendszeres elektromosságtani ismeretszerzés előtt nincs számottevő különbség az 5., 6. és a 7. osztályos tanulók között.

3.3 A tanulók sebességgel kapcsolatos előismeretei

Tanítási, óralátogatási tapasztalataink és az elővizsgálatok adatai arról tanuskodtak, hogy a tanulók jelentős mennyiségű előismerettel rendelkeznek a sebességre és az ezzel kapcsolatos összefüggésekre vonatkozóan is. A sebesség ugyan fizikai fogalom, de használják más tantárgyak keretében is. Így az előismeretek feltárása hasznos lehet e tantárgyak tanításában, tanulásában is. Mindezek figyelembe vétele

alapján terjesztettük ki vizsgálatunkat a tanulók sebességgel kapcsolatos előismereteire.

Vizsgálatunkat az 1978-as tanterv bevezetése után, az 1980/81. tanévben végeztük. Az 1978-as tanterv szerint csak a fizika keretében csak a 8. osztályban tanítjuk a sebesség kiszámítási módját, képletét. A 6. osztályban azonban már használják a sebesség szót a tankönyvek, olyan szinten és olyan értelemben, ahogy ezt a tanulók a hétköznapi szóhasználatból megismerték. Ennek az eljárás módnak a megerősítése vagy korrigálása érdekében is szükségesnek tartottuk a sebességgel kapcsolatos előismeretek feltárását. /Az általános iskolai nevelés és oktatás terve, 1978.: III. kötet 311.1.; Kövesdi Pál és munkaközössége, 1978., Fizika 6.: 5.1.; Csákány Antalné-Károlyházy Frigyes: Fizika 6.: 28.1./.

A vizsgálat módszere

A sebességgel kapcsolatos előismeretek vizsgálatát feladatlapokon közölt kérdésekre adott írásos tanulói válaszok és ezeket kiegészítő, magnóra felvett egyéni beszélgetések formájában végeztük. A vizsgálatához alkalmazott feladatlapok két változatban készültek. A B/ változat azonban csak annyiban tért el az A/ változattól, hogy azon más volt a feladatok sorrendje. Ugyanazokat a feladatokat oldottuk meg az 5., a 6., a 7. és a 8. osztályos tanulókkal. A 8. osztályban a vizsgálatot olyan időben végeztük, amikor már feldolgozták a tanulók a sebességgel kapcsolatos tantervi anyagot. Így az 5-7. osztály-

ban elért eredményeket közvetlenül összehasonlíthattuk azokkal az eredményekkel, amelyeket a tanulók a 8. osztályban a sebességre vonatkozó tananyag feldolgozása után értek el. /A többi tantárgyban nem szerepel a sebesség önálló, szisztematikus témakörként./

A vizsgálatot Fejér, Hajdu-Bihar, Komárom, Nógrád, Somogy, Tolna és Vas megye általános iskoláiban végeztük, 1958 tanulóira kiterjedően, a fizika vezető szakfelügyelőknek, szakfelügyelőknek a közreműködésével.

A sebességgel kapcsolatos előismeretek vizsgálata a következő témákra terjedt ki:

1. A sebesség-adatok értelmezése.
2. Számításos feladatok megoldása a sebességgel kapcsolatban.
3. A sebesség- és mozgásállapot-változás felismerése konkrét példákon.

Eredmények

1. A sebesség-adatok értelmezése

E témával kapcsolatban a következő feladatok megoldását kértük a tanulóktól:

1. A vonat sebessége $70 \frac{\text{km}}{\text{h}}$. Ez azt jelenti, hogy a vonat alatt utat tesz meg.

2. A puskagolyó sebessége $900 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ /méter másodpercenként/. Ez azt jelenti, hogy a puskagolyó alatt utat tesz meg.

3. Az autó kétszer akkora utat tesz meg, mint a motor-
kerékpár ugyanannyi idő alatt. Melyiknek nagyobb a sebessége?

4. Két futó közül az egyik 1 perc 50 másodperc, a másik
1 perc 55 másodperc alatt futja végig a 800 méteres távolságot.
Melyiknek nagyobb a sebessége?

Annak, amelyik 1 perc másodperc alatt futja végig
a 800 méteres távolságot.

5. A sas 10 perc alatt 15 km utat tesz meg. A postagalamb
háromszor annyi idő alatt háromszor akkora utat tesz meg. Ha-
sonlítsd össze a sebességüket!

A sas sebessége, mint a postagalamb sebes-
sége.

E feladatok megoldásában a 28. táblázatban látható ered-
ményeket érték el a tanulók.

28. táblázat

	5.oszt.	6. oszt.	7.oszt.	8.oszt.
A tanulók száma	466	491	541	460
1. feladat	49,6%	60,5%	74,4%	85,7%
2. feladat	31,1%	47,9%	62,1%	82,0%
3. feladat	88,4%	93,3%	91,5%	96,3%
4. feladat	84,8%	90,8%	91,5%	95,2%
5. feladat	40,8%	53,0%	52,3%	65,4%
Együtt	57,4%	69,1%	74,4%	84,9%

Az adatok tanúsága szerint a tanulók mindegyik osztály-
ban nagyobb arányban tudják értelmezni a $\frac{\text{km}}{\text{h}}$ mértékegységgel
megadott sebességet /1. feladat/, mint a $\frac{\text{m}}{\text{s}}$ -mal megadott

sebességet /2. feladat/. Ez várható is volt, mivel a köz-napi szóhasználatban, a járművek sebességének a megadásában sokkal gyakrabban használjuk a $\frac{\text{km}}{\text{h}}$ mértékegységet, mint a $\frac{\text{m}}{\text{s}}$ -ot.

Az 5. osztályban levő 18,5 %-os különbség a 6. és a 7. osztályban fokozatosan csökken /12,6%-ra, majd 12,3%-ra/, de a 8. osztályos tanulmányok ellenére is marad 3,7%-os különbség.

A vártnál is sokkal jobb eredményt értek el a tanulók a 3. és a 4. feladat megoldásában. Az 5. osztályosok részéről elért 80 % feletti eredmények /88,4% és 84,8%/ arról tanuszkodnak, hogy jó hatásfokkal tudják már ők is összehasonlítani két test sebességét abban az esetben, ha azok különböző nagyságu utat tesznek meg egyenlő idő alatt /3. feladat/, s akkor is, ha különböző idő alatt tesznek meg azonos utat /4. feladat/. E két feladat megoldásából arra következtethetünk, hogy a jó megoldást adó tanulók az adott életkorhoz képest biztos ismeretekkel rendelkeznek a sebességgel kapcsolatban, és gondolkodásukban felismerhető a reverzibilitás adekvát szintje /Aehli, H., 1951.: 84-86.1./.

Az 5. feladat annak felismerését kívánta meg a tanuló-tól, hogy ha a postagalamb 3-szor akkora utat tesz meg 3-szor annyi idő alatt, mint a sas, akkor sebességük tulajdonképpen ugyanakkora. Logikailag ez a feladat annyiban volt összetettebb az előző kettőnél, hogy e feladatban két tényező egyidejű változását kellett figyelembe venni; a 3., 4. feladatban viszont csak egy tényezőt változtattunk /az utat, illetve az időt/.

A két tényező egyidejű változásának figyelembe vétele minőségileg egy új, fejlettebb gondolkodási szintet igényel, mint egyetlen tényező megváltozásának figyelembe vétele. Ez a magyarázata annak, hogy az 5. feladat megoldásában minden osztályban jelentősen /30-40%-kal/ gyengébb az eredmény, mint az előző két feladat megoldásában.

Matematikai szempontból arra az összefüggésre épült az 5. feladat, hogy ha az eredeti 3-szorosára növeljük az osztandót, és az osztót is, akkor a hányados nem változik. A feladatot ez alapján minden számítás nélkül meg lehetett oldani.

Adott volt azonban az is, hogy a sas 10 perc alatt 15 km utat tesz meg. Ebből kiindulva is meg lehetett oldani a feladatot, de ez a megoldásmód is számítást igényelt. Sok tanulóra azonban ezek az adatok inkább zavarólag hatottak, s nem tártak fel újabb megoldási /ellenőrzési/ lehetőséget. A feladatnak ez a szokatlan /a szükségesnél több adatot tartalmazó/ jellege is hozzájárult az előző feladatokhoz képest gyenge eredményhez.

Az 1-5. feladat megoldásában elért eredmények alapján megállapítható, hogy a tanulók többsége már az 5. osztályban helyesen tudja értelmezni a sebesség-adatokat, össze tudja hasonlítani a különböző, áttételes módon megadott sebességeket. Az egymást követő osztályokban jelentős mértékű, fokozatos fejlődés van az ilyen típusú feladatok megoldásában.

2. Számításos feladatok megoldása a sebességgel kapcsolatban

A következő feladat^{ok} megoldását kértük a tanulóktól:

1. A gőzhajó sebessége $45 \frac{\text{km}}{\text{h}}$. Mekkora utat tesz meg 5 óra alatt?
2. A repülőgép sebessége $840 \frac{\text{km}}{\text{h}}$. Mekkora utat tesz meg $\frac{1}{4}$ óra alatt?
3. A vitorlás hajó sebessége $28 \frac{\text{km}}{\text{h}}$. Mennyi idő alatt teszi meg a Balatonon a 7 km-es utat?
4. A korcsolyázó sebessége $10 \frac{\text{m}}{\text{s}}$. Mennyi idő alatt teszi meg a 200 m hosszú utat?
5. A kerékpáros 3 óra alatt teszi meg a 48 km-es utat. Mekkora a sebessége?

A tanulók e feladatok megoldásában a 29. táblázatban látható eredményeket érték el.

29. táblázat

	5.oszt.	6.oszt.	7.oszt.	8.oszt.
A tanulók száma	466	491	541	460
1. feladat	65,1%	68,8%	76,5%	77,8%
2. feladat	41,4%	43,8%	56,4%	58,8%
3. feladat	20,3%	25,2%	34,3%	47,9%
4. feladat	33,8%	42,5%	52,6%	69,3%
5. feladat	39,8%	57,4%	63,7%	79,8%
Együtt	40,1%	47,5%	56,7%	66,7%

E feladatok megoldása szemléletesen mutatja, hogy milyen eltérés van a tanulók gondolkodásában, ha ugyanazokat a feladatokat spontán módon szerzett ismeretek felhasználásával, illetve rendszeres iskolai tanulmányaik során szerzett tudásuk alkalmazásaként oldják meg. Az 5-7. osztályban még az ut kiszámításában sokkal jobb eredményt értek el a tanulók /1. feladat/, mint a sebesség kiszámításában /5. feladat/. A 8. osztályban viszont - a sebességre vonatkozó ismeretek feldolgozása után - már fordított a helyzet.

Ezt a változást annak tulajdoníthatjuk, hogy az 5-7. osztályban a tanulók a feladatok megoldásakor közvetlenül a sebesség-adatok értelmezéséből indulnak ki, s ebből következtetnek a megtett utra. /A gőzhajó $45 \frac{\text{km}}{\text{h}}$ sebessége azt jelenti, hogy a hajó 1 óra alatt 45 km utat tesz meg. Ha 1 óra alatt 45 km utat tesz meg, akkor 5 óra alatt $5 \cdot 45$ km-t, azaz 225 km-t./ A sebesség kiszámítását igénylő feladat megoldásában nem tudnak ugyanilyen direkt módon kiindulni a sebesség-adat értelmezéséből, hiszen éppen ennek a kiszámítása a feladat. A köznapi életben is ritkán kerülnek a tanulók olyan probléma elé, hogy adott utból és időből kelljen meghatározniok a sebességet; sokkal gyakoribb viszont a járművekkel kapcsolatos sebességadatok értelmezésének az igénye.

A 8. osztályban viszont fordított a helyzet. A sebesség fogalmának, mértékegységeinek értelmezése után éppen a sebesség $= \frac{ut}{ido}$ / $v = \frac{s}{t}$ / összefüggés jelenti a kiindulópontot; ez az alapösszefüggés. Ezt minden átalakítás nélkül, direkt módon

alkalmazhatják a tanulók a sebesség kiszámításához. Ha viszont az utat kell kiszámítani, akkor át kell "alakítani" ezt az összefüggést /képletet/ a feladat kérdésének megfelelően /út = sebesség \cdot idő; $s = v \cdot t$ /. A 8. osztályosok számára tehát az ut kiszámítása jelent nagyobb hibalehetőséget.

Ugyanez a "váltás" figyelhető meg a 2. feladat megoldásában is. Az 5-7. osztályos tanulók a $840 \frac{\text{km}}{\text{h}}$ sebesség értelmezéséből kiindulva 4-gyel való osztás révén jutottak el az $\frac{1}{4}$ óra alatt megtett ut /210 km/ kiszámításához. A 8. osztályos tanulók viszont szorzással, az $s = v \cdot t$ képletbe történt behelyettesítés révén $/840 \frac{\text{km}}{\text{h}} \cdot \frac{1}{4} \text{h} = 210 \text{ km}/$.

A 8. osztályban a tanulók tehát nemcsak egyszerűen megismerik a sebesség fogalmát, kiszámítási módját, hanem a spontán módon kialakult, egyes esetekben csak nehézkesen alkalmazható következtetési szisztémáról "át kell állniuk" az általánosan használható összefüggések, képletek alkalmazására. S ez sok tanuló számára átmeneti nehézséget okoz. Ezzel magyarázható, hogy az 1. és a 2. feladat megoldásában a 6. és a 7. osztály között 7,7%, illetve 12,6% különbség van, a 7. és a 8. osztályos eredmények között csak 1,3%, illetve 2,4% a különbség. A 8. osztályban a sebességgel kapcsolatban szerzett új ismeretek pozitív hatásával szemben tehát negatív irányban hatnak az "átállásból" fakadó problémák; a kettő majdnem hogy lerontja egymás hatását.

Érdekes és elgondolkodtató összehasonlítani a 3. és a 4. feladat megoldásának eredményeit. Mindkét feladatban a sebesség és az ut az adott, és az időt kell kiszámítani.

A két feladat megoldásakor tehát ugyanazokat a logikai műveleteket kell elvégezniük a tanulóknak; a két feladat ebből a szempontból azonos nehézségű. Mégis mindegyik osztályban a 4. feladatot oldották meg jobb eredménnyel a tanulók, annak ellenére, hogy ebben a részükről kevésbé használt $\frac{m}{s}$ mértékegység szerepel. /A különbség az egymást követő osztályokban 13,5%; 17,3%; 18,3%; 21,4%./

A magyarázatot abban látjuk, hogy a 3. feladat megoldása során a tanulóknak a kisebb mérőszámot, a 7-et kellett osztaniuk a nagyobb mérőszámmal, a 28-cal. Azok a tanulók, akik nem eléggé átgondoltan láttak a feladat megoldásához, mechanikusan a nagyobb számot osztották a kisebbel, s így 4 órát kaptak eredményül a helyes $\frac{1}{4}$ óra helyett. A 4. feladat megoldásakor viszont nem állt fenn ez a veszély, mivel ott ténylegesen a nagyobb számot kellett osztani a kisebbel. Hasonlót tapasztaltunk egy más céllal végzett vizsgálat keretében is /Zátonyi S., 1983/b.: 88.o./

Az öt számításos feladat megoldásában elért eredmények ugyan gyengébbek, mint a sebesség-adatok értelmezésében elért eredmények, de e tény megítélésében figyelembe kell vennünk azt a sajátos körülményt, hogy a tanulók számára a számításos fizikai feladatok megoldása mindig nehezebb volt, mint a számítás nélküli feladatok megoldása. Ezt mutatja többek között az OPI munkatársai által az elmúlt két évtizedben végzett eredményvizsgálatainak ilyen szempontból végzett elemzése is /Zátonyi S., 1983/b.: 17.1./

3. A sebesség- és mozgásállapot-változás felismerése
konkrét példák

E témával kapcsolatban a következő két feladat megoldását kértük a tanulóktól:

1. Egészítsd ki az alábbi mondatokat a következő szavak valamelyikével: nő, csökken, nem változik!

- a/ Az autó gyorsul; sebessége
- b/ A vonat a kanyarban áll; sebessége
- c/ A kerékpáros fékez; sebessége
- d/ A labdát elengedjük; sebessége
- e/ A hajó egyenletesen halad; sebessége

2. Egészítsd ki az alábbi mondatokat a következő kifejezések valamelyikével: változik, nem változik!

- a/ Az autó elindul; mozgásállapota
- b/ A vontató lassul; mozgásállapota
- c/ Leesik a virágcserep; mozgásállapota
- d/ A motorkerékpár megáll; mozgásállapota
- e/ A repülőgép a magasban egyenletesen halad; mozgásállapota.....

E feladatok megoldásában a 3o. táblázatban feltüntetett eredményeket érték el a tanulók.

30. táblázat

	5.oszt.	6.oszt.	7.oszt.	8.oszt.
A tanulók száma	466	491	541	460
1. feladat	79,7%	91,6%	93,0%	95,2%
2. feladat	84,2%	93,8%	92,2%	94,6%
Együtt	82,0%	92,7%	92,6%	94,9%

Az adatok tanúsága szerint már az 5. osztályos tanulók döntő többsége helyesen ismeri fel a sebesség- és mozgás-állapot-változást konkrét példákban. Az eredmények megitélésekor figyelembe kell vennünk azt is, hogy e feladatok élelvtválasztós feladatok voltak, s csak három, illetve két felelet közül kellett választaniok a tanulóknak. Metodikai szempontból azonban közömbös ez számunkra, mivel a tananyag feldolgozása során a konkrét, gyakorlati példák elemzésekor ugyanilyen választási lehetőségekkel találják szembe magukat a tanulók.

A 6. osztályban tehát lehet alapozni ezekre az előismeretekre. A vizsgálat adatai szerint - éppen a 6. osztályos fizikaórákon történő alkalmazás hatására - 10,7%-kal nőtt e két feladat megoldásában elért eredmény, s lényegében ezen a szinten maradt a továbbiakban is.

Összegezés

A vizsgálat adatai szerint a tanulóknak már az 5. osztályban jelentős előismereteik vannak a sebességgel kapcsolatban, s a 6., 7. osztályban is fokozatosan emelkedik a tanulók tudása a vizsgált ismeretkörben, anélkül, hogy ez önálló témakör lenne valamely tantárgyban.

Ezek az eredmények jobbak, mint néhány témakör szisztematikus feldolgozása után elért eredmények. /A nyomással kapcsolatos ismeretek feldolgozása után például egyes, hasonló jellegű feladatok megoldásában kisebb a tanulók teljesítménye. - Zátonyi S., 1982.: 60., 66.1.; 1983/b.: 54., 91.1./

E tény azzal magyarázható, hogy a tanulók 5-7. osztályos korukban többször kerülnek szembe a sebességgel kapcsolatos kérdésekkel, problémákkal, mint ahányszor egy számukra viszonylag új témakör ismeretelemeinek ismétlésére, megerősítésére sor kerülhet az iskolai gyakorlatban. Bizonyára befolyásolja a kialakuló különbséget az is, hogy az előismeretek megszerzését feltehetően több ízben indítja belső motiváció, mint az iskolai ismeretszerzést.

Az egymást követő osztályokban fokozatos, egyenletes fejlődés van a sebességgel kapcsolatos előismeretekben, ismeretekben. A feladatok összességét tekintve, a 8. osztályos sebességre vonatkozó tananyag feldolgozása hatására sem következik be nagyobb teljesítménynövekedés /7,0%/, mint például az 5. és a 6. osztály közötti átmenet esetében /9,3%/. Ennek magyarázatát abban látjuk, hogy egyes feladatok megold-

dásakor a korábbi, spontán módon szerzett ismeretek alkalmazásakor követett gondolatmenetről a 8. osztályban át kell állniok a tanulóknak a továbbfejlődést jobban szolgáló, általánosan használható összefüggés alkalmazására. Az új ismeretek pozitív hatásával szemben tehát negatív irányban hatnak az "átállásból" adódó problémák.

A sebességgel kapcsolatos előismeretek terjedelme és mélysége nemcsak lehetővé, hanem szükségessé is teszi azok felhasználását a sebességre vonatkozó témakör feldolgozása során, hogy elkerüljük a "rátanítást" és az ebből fakadó időveszteséget és motivációcsökkenést. Ugyanakkor figyelembe kell vennünk a spontán ismeretszerzésből a rendszerezett ismeretszerzésbe történő átmenet megértésbeli problémáit is.

4. KISÉRLETI TANÍTÁS AZ ELEKTROMOSSÁGTANI ELŐISMERETEK FELHASZNÁLÁSÁVAL

A kísérleti tanítás keretében a tananyagot olyan struktúrában terveztük feldolgozni, amely a korábbiaknál jobban figyelembe veszi a tanulók tényleges ismereteit, érdeklődését és gondolkodásuk sajátosságait. Ezért a tananyag szisztematikus feldolgozásában azon az úton vezettük végig a tanulókat, amely megegyezik a vizsgálat anyagából kiolvasható fejlődési tendenciával.

A kísérleti tanítás anyagának, strukturájának meghatározásához, az alkalmazott módszerek megválasztásához az alábbiakat vettük figyelembe:

a/ A tanulók elektromosságtani előismereteinek felhasználása

A tanulók többségére kiterjedő, megfelelő szintű elektromosságtani előismereteket felhasználandó ismereteknek tekintettük, s nem új anyagként dolgoztuk fel azokat. A tanításhoz a 3.1 és a 3.2 fejezetben leírt tapasztalatokat vettük alapul. Az adott tanulócsoport ténylegesen felhasználható előismereteinek megállapítása céljából írásban kértünk választ a tanulóktól a 3.1 fejezetben szereplő kérdésekre. A felmérés adataiból nyert információt kiegészítettük a tanulókkal folytatott beszélgetésekkel. A kezdeti időszakban különös gondot fordítottunk azoknak a tanulóknak a segítésére, akik az átlagosnál kevesebb előismerettel rendelkeztek.

Amennyiben az előismeretek és a tantervi anyag tartalma, szemléletmódja megegyezett, gondoskodtunk a megerősítésről; ha pedig ellentmondás volt a kettő között, biztosítottuk a kétféle jelentéstartalom differenciálását, a téves ismeret helyesbítését.

b/ A tanulói tevékenység biztosítása

Az ismeretek megfelelő szintű elsajátítása mellett biztosítanunk kell a tanulók képességeinek a fejlesztését is. Ez azonban csak akkor valósítható meg, ha lehetővé tesszük, hogy a tanulók gyakorolják azokat a tevékenységeket, amelyek nyomán a megfelelő képességek kialakulnak. A kialakult, fejlődő képességek azután már részt vesznek a további tevékenységekben, újabb képességek kialakulása érdekében /Lénárd F., 1967.: 168.1.; Ágoston Gy., 1962.: 65.1./.

Az általános iskolai fizikatanításban a tevékenykedtetésre a legnagyobb lehetőséget a tanulói kísérletezés nyújtja. Varga Lajos ezzel kapcsolatban végzett kutatási eredményei meggyőző erővel bizonyítják a tanulói kísérletezésre alapozott tananyagfeldolgozás jobb hatékonyságát a csupán tanári demonstrációs kísérletekkel végzett oktatással szemben. Ha a tanulók maguk is kísérleteznek a tanulás folyamán, akkor az így elsajátított ismereteket sokkal jobban megértik, az ismeretek sokkal szilárdabban rögződnek, könnyebben tudják azokat a tanulók felidézni és alkalmazni. Ezen túlmenően a tanulói kísérletezés jelentősen hozzájárul a tanulók gondolkodási képességének /ezen belül különösen az elemző-, ítélő- és következtetőképesség/ fejlesztéséhez is /Varga L.,

1967., 1972.: Gergely P. - Zátonyi S., 1970.: 7.1./.

A fentieknek megfelelően, kísérleti tanításunkban központi szerepet biztosítottunk a tanulói tevékenységnek, ezen belül a tanulói kísérletezésnek.

c/ A tanuló gondolkodásának fejlesztése

A tanulói tevékenység fontos alapfeltétel a tanuló gondolkodásának fejlesztéséhez is. Galperin pszichológiai kutatásai alapján szükségesnek tartja, hogy a megismerés első szakaszaként a tanulókkal tárgyak segítségével konkrét cselekvéseket végeztessünk. Ez az anyagi /külső/ cselekvés a forrása a jövőbeni értelmi tevékenység tartalmának és formájának. A második szakaszban a tárgyakkal való közvetlen manipulációt kezdi helyettesíteni a szó; a tanuló ekkor már szavakkal végzi az előző műveleteket. A harmadik szakaszban elmarad a hangos beszéd, a tevékenység belső, értelmi tevékenységgé válik, fokozatosan egyszerűbbé lesz /Pietrasinszki, Z., 1967.: 198.1./.

Piaget szerint a gondolkodási műveletek ugyancsak a külső /effektív/ műveletek belsővé /interiorizálttá/ válása révén alakulnak ki /Piaget, J., 1956/. Aebli erre épülő didaktikájából elsősorban a probléma középpontba állítása, a külső műveletek fokozatos bevitelének módszertani megoldása figyelemre méltó számunkra. Aebli olyan feladatok megoldását javasolja, amelyekben a probléma megoldásához valamely kísérlet, vizsgálódás, kutatás révén jutnak el a tanulók. Ezt a munkát - a művelet jellegétől függően - osztálykeretben

történő közös megbeszélés alapján, csoportmunkában, vagy egyéni munka formájában végzik a tanulók.

A külső műveletek elvégzésének fokozatos beviteléhez Aebli módszertani megoldásként azt javasolja, hogy a művelet tényleges végrehajtása után lehetőleg grafikusan szemléltessük az elvégzett műveletet. Ezután úgy gondoltassuk végig a tanulókkal az elvégzett műveletet, hogy csak a konkrét eredmény, majd csak a kiindulásul szolgáló eszköz van előttük. Végül a művelet elvégzését tisztán gondolati síkon kívánjuk meg a tanulóktól. Aebli hangsúlyozza, hogy ezeket a lépéseket minden területen csak olyan mértékben alkalmazzuk, amennyire az anyag természete engedi /Aebli, H., 1951./.

Kísérleti tanításunkban több esetben helyénvalónak láttuk, hogy - a tananyag természetéből adódóan - Galperin, illetve Aebli által javasolt uton vezessük végig a tanulókat. Ennek érdekében igyekeztünk a tanulók számára széleskörű tapasztalati alapot biztosítani, és gondoskodtunk a külső tevékenység fokozatos belsővé válásáról. E feladat megvalósítása végett a kezdeti szakaszban a feladatok megoldását főleg a manuálisan elvégzett kísérletek segítségével kívántuk meg, a későbbiekben viszont sűrűsödtek a kapcsolási rajz alapján, illetve az elvont szinten megoldandó feladatok.

A külső tevékenység fokozatos belsővé válásának folyamatában fontos, közbülső tevékenységnek tartottuk a kapcsolási rajz készítését. A kapcsolási rajz ugyanis egysíku, szimbólikus jeleket alkalmazó megjelenési módjával elvontabb a kísérlet konkrét valóságánál, de még mindig eléggé

biztos, a látás útján érzékelhető támpontot ad az elvonáshoz.

A rugalmas gondolkodást többek között a reverzibilitás és az asszociativitás jellemzi. Ezért ügyeltünk arra, hogy a tananyag feldolgozása során ismételten kényszerüljenek a tanulók a korábban elvégzett logikai műveletek ellenkező irányu elvégzésére is; a feladatok többsége pedig többféle megoldási módot adjon a tanulók számára. E feladat megvalósítását szolgálta az az eljárás is, hogy az alapismeretek biztosítása után minden lehetséges sorrendben végeztettük a tanulókkal a kapcsolások összeállítását, elemzését, a táblázatok kitöltését, a kapcsolási rajzok készítését, a szóbeli megfogalmazást.

A gondolkodásra nevelésen belül kiemelt szerepet szántunk kísérleti tanításunkban a problémamegoldásnak, figyelembe véve annak sokrétű fejlesztő hatását /Lénárd F., 1964.: 265., 272., 286.1.; Nagy S., 1967.: 101.1.; Kelemen L., 1960., 1963., 1970.; Pietrasinszki, Z., 1967.: 202.1./. Ennek érdekében arra törekedtünk, hogy minél több, gyakorlatból vett problémát tárjunk a tanulók elé. Ezeket a tanulókkal egyénileg oldatjuk meg; ezt követően pedig osztálymunka keretében vitatjuk meg a tanulók megoldásait.

d/ A motiváció biztosítása

Mint ismeretes, a motiváció a tanulás egyik szükségszerű feltétele. "Minthogy motiváció nélküli tanulás nincs, a motivációt meg kell teremteni, és olyan hatékonná kell tenni, hogy a céloknak megfelelően határozza meg a tanulási problémákat, hozza létre a megoldásuk feltételeit, és végig a legszorosabban hassa át a tanulási folyamatot és annak

egyes aktusait" /Kiss Á., 1973.: 45.1./. Ismert az is, hogy a belső motivációból fakadó tanulásnak sokkal nagyobb a művelő- és nevelőereje, mint a külső kényszer alapján végzett tanulásnak /Nagy S., 1967.: 26.1.; Rubinstein, Sz. L., 1977.: 933.1.; Bogojavlenszkij - Kalmikova - Kudrjavcev, 1966.: 12.1.; Barkóczy I. - Putnoky J., 1967.: 272.1.; Kiss Á., 1969.: 206.1., 1973.: 46., 48.1./.

Ezért arra törekedtünk, hogy tanításunkban minél szélesebb motivációs alapot biztosítsunk tanulóink számára. A motiváció "megteremtéséhez" jó lehetőséget biztosított a tanulóknak meglevő érdeklődés az elektromosság iránt, a tanulók előismereteinek felhasználása, a tanulói kísérletezés, a fokozatosan nagyobb erőfeszítést igénylő problémamegoldás. Igyekeztünk a tanítási órákon olyan légkört biztosítani, hogy a különböző megoldási lehetőségek összehasonlítása megfelelő belső feszültséget idézzon elő a tanulóknak. A feladatok és a problémák megoldásának megvitatását, értékelését törekedtünk úgy végezni, hogy az hozzájáruljon a tanulók önértékelésének fejlődéséhez, igény szintjének emeléséhez.

A fentiek figyelembe vételével az alábbi gondolatmenet szerint dolgozták fel a kísérleti tanításban résztvevő tanárok az elektromosságtani alapismereteket:

a/ Áramkör létesítése egy és két izzóval. Áramkör kiépítése a telep egyik sarkától kiindulva a telep másik sarkáig. Áram a fémes vezetőben: szabad elektronok egyirányú áramlása. Két izzó az áramkörben.

b/ Izzók soros és párhuzamos kapcsolása. Soros kapcsolás: elágaztatás nélküli kapcsolás. Párhuzamos kapcsolás: elágaztatással létesített kapcsolás. Főág, mellékágak.

c/ Kapcsoló az áramkörben. Az áramkör megszakítása, zárása különböző helyeken. Kapcsoló iktatása a megszakítás helyére. Az áramkör zárása, nyitása kapcsolóval. Kapcsoló iktatása a sorosan és párhuzamosan kapcsolt izzók áramkörébe, különböző helyekre. Két kapcsoló az áramkörben.

d/ Adott feltételeknek megfelelő áramkörök tervezése. Az áramkörökben csengő, motormodell vagy három izzó is szerepel fogyasztóként. Gyakorlati problémák megoldása, modellezése.

e/ A zsebitelep vizsgálata. Izzó bekapcsolása a zsebitelep egy, két, majd három elemének az áramkörébe. Az izzó fényerő-változásának megfigyelése. /A feszültség és az áramerősség közötti összefüggés felismerésének tapasztalati előkészítése, azonos fogyasztó esetén./

f/ Ellenálláshuzal az áramkörben. Az izzó fényerőváltásának megfigyelése az ellenállás növelése és csökkentése közben. A motor-modell fordulatszám-változásának megfigyelése az ellenállás változtatásakor. /Az ellenállás és az áramerősség közötti összefüggés felismerésének tapasztalati előkészítése, azonos feszültség esetén./

4.1 Kísérleti tanítás a 8. osztályban

A 8. osztályos kísérleti tanítás hipotézise: az elektromosságtani előismeretek tudatos, tervszerű felhasználása, a tanulók sajátos gondolkodásmódjának a figyelembe vétele, megfelelő motiváció biztosítása mellett pozitív hatással lesz a kísérleti osztályokban az ismeretek megértésére, elsajátítására és alkalmazására.

A tervezet kipróbálása

A tervezet alkalmazásával elérhető tanulói teljesítmények és a hagyományos keretek között végzett tanítás-tanulás eredményeinek összehasonlítása végett az alábbi iskolákban szerveztünk kísérleti tanítást:

1. Csapod, Ált. Iskola /tanár: Molnár Béla/;
2. Fertőd, Ált. Iskola /tanár: Pápai Gyuláné/;
3. Fertőszentmiklós, Ált. Iskola /tanár: Dobovánszky Nándor/;
4. Sopron, Halász u-i Ált. Iskola /tanár: Mérei Mária/;
5. Sopron, Orsolya téri Ált. Iskola /tanár: Smidéliusz Zsuzsa/;
6. Sopron, Petőfi téri Ált. Iskola /tanár: Tamás Lajos/.

A kontroll-osztályok többsége ugyanezekben az iskolákban volt /2-6./, a csapodi iskola kontroll-osztálya a fertőszéplaki iskola 8. osztálya volt.

A kísérleti tanítást az 1963-ban megjelent tanterv keretei között, az I. és a II. témakör /Az elektromos áram; Fogyasztók bekapcsolása az áramkörbe/ anyagára kiterjedően

végeztük el. Az összehasonlítást is a tantervi követelmények figyelembe vételével összeállított feladatsorozattal valósítottuk meg a kísérleti és kontroll-osztályokban.

Az összehasonlításhoz szükséges előfelmérést az elektromosságtani előismeretekkel kapcsolatos vizsgálat anyaga képezte /a 3.1 fejezetben ismertetett és elemzett feladatok egy része/. Ezért - a tervezett kísérleti tanításra való tekintettel - az elektromosságtani előismeretekkel kapcsolatos vizsgálatot többek között azokban a tanulócsoportokban is elvégeztük, amelyekben a kísérleti tanítást, illetve a kontroll-felmérést terveztük.

A kísérleti osztályok és a kontroll-osztályok tanulói által az I-II. témakör anyagában elért eredményeinek reális összehasonlításához az un. párosított vagy megfeleltetett csoportok kialakításának módszerét alkalmaztuk. /Kelemen L., 1967.: 45.1.; Piaget, J. - Fraisse, P. - Reuchlin, N., 1967.: 139.1./o. Ennek megfelelően, már az előfelmérés alapján a hat kísérleti osztály mindegyik tanulójának megfeleltettünk a hat kontroll-osztályból egy-egy tanulót, akinek azonos volt az eredménye az előismeretekben. A kísérleti osztályok együttes létszáma 141, a kontroll-osztályoké pedig 158 volt. A kísérleti osztályokból 132 tanulóhoz lehetett találni a kontroll-osztályokból azonos szintű előismerettel rendelkező párt. /Az első három feladatnál a megnevezés száma, a továbbiaknál a helyes válaszok száma volt a megfeleltetés alapja./ Ilyen módon a hat-hat osztályból olyan 132-132 tanulókból álló két csoportot nyertünk, amelynek az elektromos

előismereteket illetően egyenlő volt az átlaga és a szóródása is.

Az oktatásban természetesen résztvett valamennyi tanuló, az előfelmérés adatait azonban csak a fenti 132-132 tanulóra vonatkozóan hasonlítottuk össze. A tanulókkal természetesen nem közöltük sem előre, sem utólagosan értékelésünk módszerét. A kísérleti tanítást végző tanárok tudtak az összehasonlítás tervezett módszeréről, a megfeleltetés részleteiről azonban nem.

Az előfelmérés során a megfeleltetett csoportok a 31. táblázatban látható eredményeket érték el.

31. táblázat

	Kísérleti csoport	Kontroll csoport
A tanulók száma	132	132
1. Vezetők megnevezése, átlagosan	2,7	2,7
2. Szigetelők megnevezése, átlagosan	2,8	2,8
3. Hiba felmérése, ha az izzólámpa nem világít /átlag/	3,5	3,5
4. Soros és párhuzamos kap- csolás megkülönböztetése kísérlet és rajz alapján	53%	53%
5. A lakás elektromos háló- zata és az előző párhu- zamos kapcsolat közti hasonlóság felismerése	45%	45%
6. Kísérleti összeállítás "tervezése" az anyag vezetőképességének meg- állapítására	34%	34%

A kísérleti és a kontroll-osztályokban az egyes témakörök feldolgozására egyaránt 25-25 órát terveztünk. A kísérleti osztályokban a feladatsorozat feldolgozásához szükséges időt az előismeretek felhasználása révén biztosítottuk. /Nem fordítottunk külön órát olyan anyagrészek "tanítására", amelyek a tanulók számára ugyis ismertek./

A kontroll-osztályokban a tananyag feldolgozását a szokásos módon végezték a tanárok, tanulói és tanári kísérletek alkalmazásával, s a tanulói tapasztalatok olyan szintű felhasználásával, ahogy azt az 1963-ban bevezetett tanterv alapján kidolgozott tanári kézikönyv javasolta /Kovács Z. - Zátonyi S., 1967/.

A kísérleti tanítás hipotézisének megfelelően azt vártuk, hogy az utófelmérésben a kísérleti osztályok tanulói az "elméleti" ismeretekre fordított rövidebb idő ellenére sem mutatnak az utófelmérésben gyengébb eredményt, mint a kontroll-osztályok tanulói. A kísérletekkel, kapcsolási rajzokkal összefüggő feladatok megoldásában - az ilyen jellegű intenzívebb munka hatására - a kísérleti osztályokban valamivel jobb eredményt vártunk, mint a kontrollosztályokban.

Eredmények, tapasztalatok

A kísérleti tanítás eredményességének megállapítása végett a II. témakör feldolgozása után az alábbi, 14 feladatból álló feladatsorozatot oldattuk meg a hat kísérleti és hat kontroll-osztályban:

1. Figyeld meg a tanári asztalon bemutatott kísérletet és e kísérletet ábrázoló táblai rajzot! /Kísérlet: A. Zsebtelephez sorosan kapcsolt két izzó közül az egyiket kicsavarjuk, a másik is kialszik. B. Zsebtelephez párhuzamosan kapcsolt két izzó közül kicsavarjuk az egyiket, a másik tovább világít./

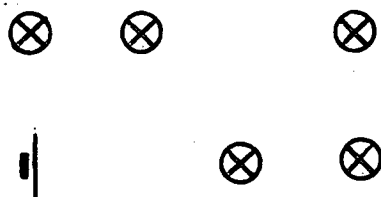
a/ Mi a magyarázata annak, hogy az A. kapcsolásban a másik izzólámpa kialudt, a B. kapcsolásban pedig tovább világított? /1 pont/

b/ Melyik kapcsoláshoz hasonlít odahaza a szobában és a konyhában levő izzólámpa kapcsolása? Válaszodat indokold! /2 pont/

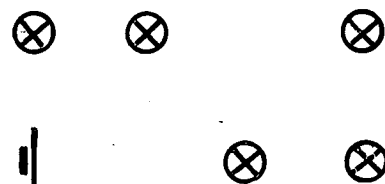
2. Igaz-e a következő állítás: A nem fémes anyagok nem vezetnek az elektromos áramot. Igazolásképpen írd példát! /2 pont/

3. Hogyan állapítanád meg kísérlettel, hogy egy számodra ismeretlen anyag vezet-e az áramot vagy nem? /1 pont/

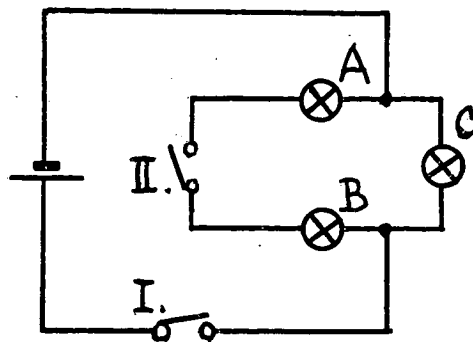
4. Egészítsd ki a vázlatrajzot a vezetékek rajzával úgy, hogy az öt izzólámpa soros kapcsolásban legyen az áramkörben! /1 pont/



5. Egészítsd ki a vázlatrajzot a vezetékek rajzával úgy, hogy az öt izzólámpa párhuzamos kapcsolásban legyen az áramkörben! /1 pont/



6. Figyeld meg a kapcsolási rajzot! Írd az alábbi mondatokba a kipontozott helyekre azoknak az izzólámpáknak a jelét /A, B, C/, amelyek az I., illetve a II. kapcsoló zárásakor világítanak!



a/ Ha csak az I. kapcsolót zárjuk, akkor a betűvel jelzett izzólámpa világít.

b/ Ha csak a II. kapcsolót zárjuk, akkor a betűvel jelzett izzólámpa világít.

c/ Ha egyidejűleg zárjuk az I. és a II. kapcsolót, akkor a betűvel jelzett izzólámpa világít. /3 pont/

7. Két izzólámpát sorosan kapcsolunk egy elemhez. Az egyik izzólámpán mérjük a feszültséget. Készíts vázlatrajzot a kapcsolásról! /1 pont/

8. Sorosan kapcsolt két fogyasztó közül az egyiknek 20 ohm, a másiknak 40 ohm az ellenállása. A 20 ohmos fogyasztó két kivezetésén a feszültség 5 V. Mekkora a feszültség a 40 ohmos fogyasztó két kivezetésén? /1 pont/

9. Egy vasalót és egy izzólámpát párhuzamosan kapcsolva működtetünk. A főágban 3,5 A az áramerősség. Az izzólámpán áthaladó áram erőssége 0,5 A. Mekkora a vasalón áthaladó áram erőssége? /1 pont/

10. Egészítsd ki az alábbi mondatokat!

a/ Az áramkörben változatlanul hagyjuk az ellenállást és növeljük a feszültséget. Ennek következtében az áramerősség

b/ Az áramkörben változatlanul hagyjuk a feszültséget és csökkentjük az ellenállást. Ennek következtében az áramerősség /2 pont/

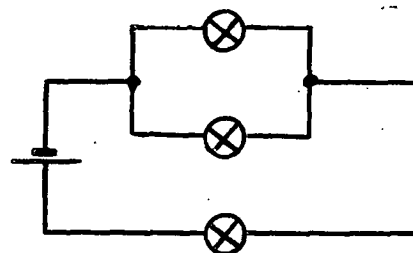
11. Mekkora az ellenállása a $0,5 \text{ mm}^2$ keresztmetszetű 0°C -os, 106,3 cm hosszú higanyszálnak? /1 pont/

12. A 220 V feszültségre kapcsolt mérülőforralón 2 A erősségű áram halad át. Mekkora a mérülőforraló ellenállása? /2 pont/

13. A 220 V feszültségre méretezett vasaló ellenállása 100 ohm. Mekkora erősségű áram halad át a vasalón? /2 pont/

14. Figyeld meg a táblánál bemutatott kísérletet! Készíts kapcsolási rajzot a látottak alapján! /1 pont/

/Kísérlet: Egy függőleges helyzetű tábla tanulók felé eső oldalán három zsebizzó látható. A zsebitelep és a vezetékek a tábla ellentétes oldalán vannak, a tanulók nem láthatják azokat. Két izzó halványabban világít, mint a harmadik, annak ellenére, hogy mindegyik azonos teljesítményű. Erre felhívjuk a tanulók figyelmét is. Sorra kicsavarjuk, majd visszacsavarjuk mindhárom izzólámpát, s megfigyeljük, hogy milyen változás történik ennek következtében. A három izzót az ábrán látható módon kapcsoljuk az áramkörbe./



Az utófelmérés feladatainak többsége a tanult ismeretek új szituációban történő alkalmazását kívánta meg. Ez az alkalmazás sokféle formában történt: a 2., 10. és 11. feladat megoldásához egy-egy tanult ismeret, összefüggés átalakítására, értelmezésére, konkretizálására volt szükség; a 8., 9., 10., 12., 13. feladatban a tanult összefüggéseket egy-egy számítási feladat megoldásában kellett alkalmazniuk a tanulóknak;

az 1. feladatban a kísérletet szöveggel megfogalmazva, a 14. feladatban rajzzal kifejezve kellett értelmezniök; a 3. feladatban egy kísérletet kellett elképzelniök az adott probléma megoldásához; a 7. feladat kapcsolási rajz készítését, a 4. és az 5. feladat rajz kiegészítését, a 6. feladat kész rajz értelmezését kívánta meg a tanulóktól.

Az 1. és a 3. feladat mindkét csoport számára ismert volt az előfelmérésből. Azért szerepeltettük e feladatokat az utófelmérésben is, hogy segítségükkel közvetlenül összehasonlíthassuk, milyen fejlesztő hatással volt a 25-25 órás foglalkozás, - anélkül, hogy e feladatokra a tanítás során konkrétan visszatértünk volna.

A 2. feladat megfogalmazását az tette indokolttá, hogy az előfelmérés tapasztalatai szerint több tanuló jutott el "a nem fémes anyagok nem vezetik az áramot" általánosítás megfogalmazásához.

A 4. és az 5. feladat megoldatásával arra kívántunk választ kapni, milyen mértékben képesek a tanulók számukra szokatlan elhelyezésben levő izzók rajzát vezetékekkel úgy kiegészíteni, hogy azok az első esetben soros, a második esetben párhuzamos kapcsolásban legyenek. E feladatokat azok a tanulók tudják legegyszerűbb^{en} megoldani, akik megértették, megjegyezték a soros kapcsolásnak azt a sajátosságát, hogy az áram egymást követően, elágazás nélkül halad át az egyes fogyasztókon; párhuzamos kapcsolat esetén pedig valamennyi fogyasztó mindkét kivezetése közvetlen összeköttetésben van az áramforrás két sarkával. Az izzólámpák elhelyezése és a

kapcsolás egyszerűbb volta miatt a 4. feladat megoldása kisebb problémát jelent a tanulók számára. Ezért a két feladat megoldási arányának összehasonlításakor, megítélésénél ezt figyelembe kell vennünk. E feladatok tulajdonképpen Kudrjavcev által végzett vizsgálat egyik feladatának módosított változatai /Bogojavlenszkij, D.N.-Kalmikova, Z.I.-Kudrjavcev, T.V., 1966.: 134.1./.

A 6. feladat megoldásához nem adtunk táblázatot, nehogy a kontroll-osztályok tanulói e tekintetben szokatlanabb helyzet elé kerüljenek, mint a kísérleti osztályok tanulói. Az alkalmazott mondatkiegészítéssel módszer egyenlő mértékben volt ismert mindkét csoport számára.

A 7., 8., 9., 12. és 13. feladatok nehézségi szintje megfelelt a tankönyv átlagos szintjének.

A 10. feladat tulajdonképpen Ohm törvényében közvetlenül megfogalmazott összefüggés /a/, illetve az ebből közvetve kiolvasható összefüggés /b/ felismerését és alkalmazását kívánta meg.

A 11. feladat megoldásához az 1 ohm ellenállásra vonatkozó meghatározás ismerete, s annak felismerése volt szükséges, hogy itt a higanyszál keresztmetszete fele, mint a meghatározásban, ezért a higanyszál ellenállása kétszerese a meghatározásban szereplő ellenállásnak, vagyis 2 ohm.

A 14. feladat megoldásához ismerniök kellett a tanulóknak az izzók áramkörbe kapcsolásának azt a sajátosságát, hogy sorbakapcsolás esetén az egyik izzó kicsavarásakor a másik

is kialszik, párhuzamos kapcsolás esetén pedig tovább világít. Ujszerű volt a tanulók számára, hogy a bemutatott kísérletben sorosan és párhuzamosan kapcsolt izzólámpák is voltak. Így egyidejűleg kellett alkalmazniuk mindkét kapcsolási módra tanult ismereteiket. Ilyen típusu feladatot nem oldottak meg az utófelmérést megelőzően egyik csoport tanulói sem. Szokatlan volt a tanulók számára az is, hogy éppen a párhuzamos kapcsolásban levő izzók világítottak halványabban a harmadikhoz képest. A tanulók korábbi kísérleteinek többségében viszont éppen a sorosan kapcsolt izzók világítottak halványabban. A feladat megoldásához támpontot adtak a fogyasztók soros és párhuzamos kapcsolására tanult mennyiségi összefüggések is.

A feladatok megoldásához egy tanítási óra állt a tanulók rendelkezésére. A feladatok értékeléséhez alkalmazott pontozás elsődlegesen azt a célt szolgálta, hogy azok alapján ne csak a feladatok egészét, hanem az egyes részfeladatok megoldásában elért eredményeket is össze lehessen hasonlítani. A maximális elérhető pontszám 22 volt.

Az utófelmérésben a kísérleti és kontroll-csoport tanulói a 32. táblázatban feltüntetett eredményeket érték el.

32. táblázat

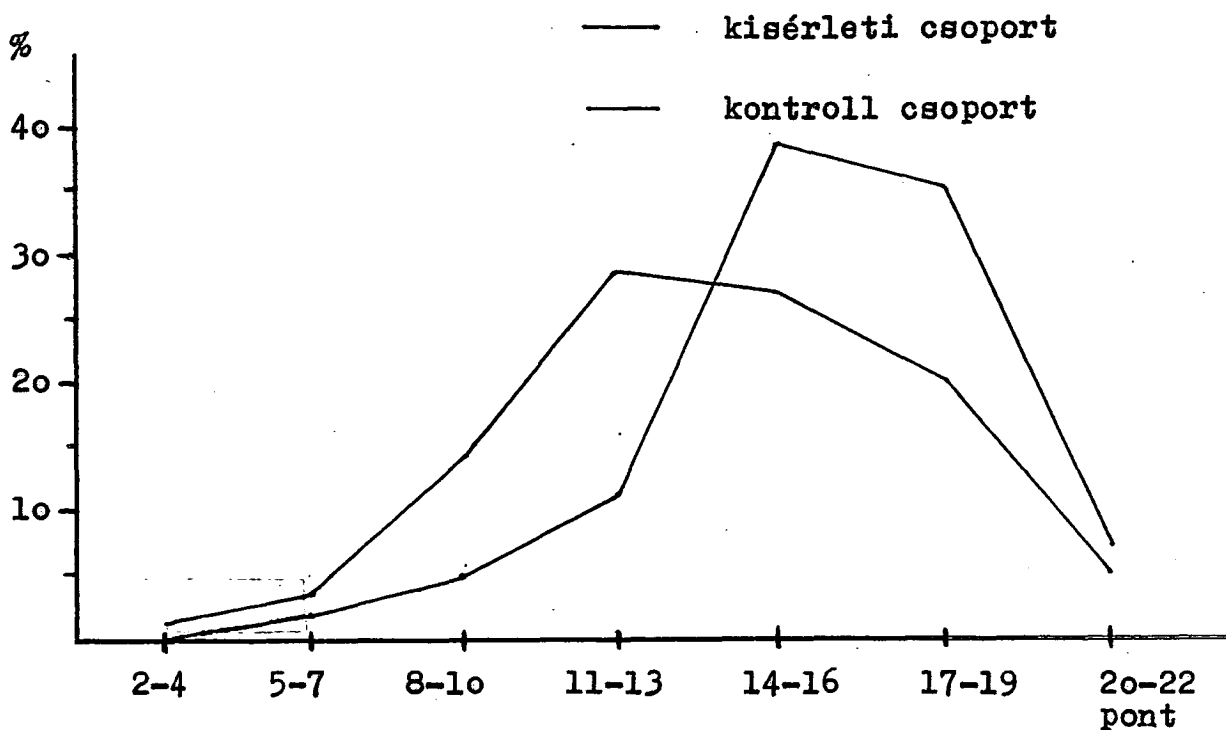
	Kísérleti csoport	Kontroll csoport
A tanulók létszáma	132	132
1.a. feladat	93%	92%
1.b. feladat	90%	82%
1.b.b. feladat	79%	68%
2.a. feladat	35%	37%
2.b. feladat	28%	32%
3. feladat	93%	88%
4. feladat	98%	91%
5. feladat	25%	12%
6.a. feladat	88%	77%
6.b. feladat	78%	39%
6.c. feladat	70%	59%
7. feladat	78%	84%
8. feladat	59%	59%
9. feladat	59%	48%
10.a. feladat	62%	49%
10.b. feladat	87%	78%
11. feladat	27%	11%
12.a. feladat	97%	90%
12.b. feladat	91%	82%
13.a. feladat	92%	82%
13.b. feladat	74%	67%
14. feladat	53%	38%
Átlag	71%	62%
Átlagos pontszám:	15,56	13,64

Ha a kísérleti és kontroll-csoport eredményeit aszerint hasonlítjuk össze, hogy milyen eredményeket értek el az egyes tanulók, akkor a 33. táblázatban látható adatokat kapjuk.

33. táblázat

	Kísérleti csoport			Kontroll csoport		
	A tanulók száma		Relatív gyakoriság	A tanulók száma		Relatív gyak.
2 pont	-	-	-	-	2	1%
3 pont	-		-	-		
4 pont	-		-	2		
5 pont	1	3	2%	-	6	5%
6 pont	-			-		
7 pont	2			6		
8 pont	2	6	5%	1	19	14%
9 pont	3			4		
10 pont	1			14		
11 pont	3	16	12%	17	37	28%
12 pont	5			10		
13 pont	8			10		
14 pont	15	52	39%	13	35	27%
15 pont	20			10		
16 pont	17			12		
17 pont	21	46	35%	11	26	20%
18 pont	16			7		
19 pont	9			8		
20 pont	6	9	7%	6	7	5%
21 pont	1			1		
22 pont	2			-		
Összesen	132	132	100%	132	132	100%
Szórás	3,06			3,52		

Ha ugyanezeket az adatokat grafikonok ábrázoljuk, akkor a 8. ábrán látható kép adódik.



8. ábra

Az F-próba szerint a két minta homogénnek tekinthető. A kísérleti osztályok tanulói átlagosan 1,92 ponttal /9%-kal/ érték el jobb átlageredményt a vizsgált ismeretkörben, mint a kontroll csoport tanulói. A t-próba szerint számított érték / $t=2,87$ / nagyobb, mint a táblázatbeli érték /1,96/. Ezért a kísérleti és kontroll csoport közti különbség szignifikáns /Ágoston Gy. - Nagy J. - Orosz S., 1971.: 316-320.1.; Félix, M. - Bláha, K., 1964.:327., 332.1./.

Igazoltnak tekinthető tehát a kísérleti tanítás hipotézise: az elektromosságtani előismeretek tudatos, tervszerű felhasználása, a tanulók sajátos gondolkodásmódjának figyelembe vétele, megfelelő motiváció biztosítása mellett pozitív hatással van az ismeretek megértésére, elsajátítására, alkalmazására.

A 8. osztályos kísérleti tanítás első szakaszának eredményei alapján megállapíthattuk, hogy az elektromosságtani előismeretek számbavétele reális alapot ad a tanulók optimális terheléséhez, a gondolkodás fejlesztéséhez. Az előismeretek céltudatos és következetes felhasználása pedig hozzájárul a belső motiváció biztosításához, a fizikatanítás-tanulás hatékonyságának növeléséhez.

Az első év kedvező eredményei, tapasztalatai után a következő évek kísérleti tanításának fő célja az volt, hogy tovább fejlesszük az elektromosságtani előismeretek alkalmazásának, felhasználásának módszereit. E munka keretében dolgoztuk ki a kísérleti tanításban résztvevő két tanár közreműködésével azt a kísérleti munkatankönyvet, amely alapul szolgált az 1975-76. tanévben végzett kísérleti tanításhoz /Pápai Gy.-né - Smidéliusz Zs. - Zátonyi S., 1975./.

A kísérleti tankönyv az 1963-ban megjelent általános iskolai tanterv és az 1973-as tanterv-módosítás alapján készült. Kidolgozásában figyelembe vettük az előismeretek felhasználásában szerzett korábbi tapasztalatokat; alkalmazásával biztosítani kívántuk a tanulói aktivitás és a belső motiváció fokozását, a gondolkodásra nevelés hatékonyságát.

E kísérleti tankönyvvel olyan munkaeszközt kívántunk a tanulók kezébe adni, amely irányítja, vezérli a tanulók ismeretszerzését, az ismeretek alkalmazását, segíti az ismeretek rögzítését és az önellenőrzést.

E kísérleti munkatankönyv felhasználásával az 1975-76. tanévben a következő iskolák 8. osztályában folyt kísérleti tanítás:

Budapest, VI., Szinyei M. u. 7-9./tanár: Hajdu Jánosné/;

Fertőd, Ált. Iskola /tanár: Pápai Gyuláné/;

Sopron, Orsolya téri Ált. Iskola /tanár: Smidéliusz Zsuzsa/;

Zalaegerszeg, Petőfi Ált. Iskola /tanár: Szabó Istvánné/.

A kísérleti tanítás célja ebben az évben a munkatankönyv használatával kapcsolatos módszerek kimunkálása volt.

A kísérleti tanítást végző tanárok tapasztalata szerint a munkatankönyv döntő mértékben megkönnyítette a tanulók aktivizálását, az előismeretek felhasználását, beépítését a tanításba. A kezdeti időszakban az jelentett problémát, hogy a tanulók egy része nehezen értelmezte önállóan az új információkat tartalmazó szövegrészeket. Erre azonban a tanárok felkészültek egy korábbi vizsgálat tapasztalatai alapján /Mérei M.-Pápai Gy.-né-Smidéliusz Zs., 1972./, s gondoskodtak a tanulók értelmező olvasási képességének fokozatos fejlesztéséről a tananyag feldolgozásával párhuzamosan.

A tanulók hamar megszokták, elsajátították a munkatankönyv alapján való tanulást. A korábbinál nagyobb számú tanulói kísérlet, s azok egyre önállóbb elvégzése nagy motiváló hatást váltott ki. A tanulói kísérletek ábrával kísért,

rövid leírása kellő eligazítást adott a tanulók számára, ugyanakkor a kísérletek elvégzése, a tapasztalatok elemzése rövidebb időt vett igénybe, mint a "hagyományos" tankönyv és a külön megjelentetett munkafüzet /Varga L., 1975./.

A tanári kísérletek bemutatása után a tapasztalatok önálló lejegyzése és elemzése iránti igényhez rövid idő alatt alkalmazkodtak a tanulók. E munkához kezdetben több, a későbbiekben egyre kevesebb segítséget kellett a tanároknak adniuk. A kísérleti tanításban résztvevők egyöntetű véleménye szerint a tanári kísérletek hatékonysága sokszorosára növekedett a korábbihoz képest.

Az elektromosságtani előismeretek, tapasztalatok fokozatos bővítése, mélyítése ugyancsak hasznos eljárásnak bizonyult. A tanulók többsége elég időhöz jutott ahhoz, hogy egy-egy megfigyelés, tapasztalat sokoldalú megerősítése /és korai általánosítása, elvonása nélkül/ biztonságos alapot tegyen szert az összefüggések későbbi, kvantitatív megismeréséhez, elsajátításához.

Az új tananyag lényegének néhány mondatos összefoglalását szükségesnek és a tanításban jól hasznosíthatónak tartották a tanárok. Ugyancsak jónak ítélték a kísérleti tankönyv fejezeteinek olyan felépítését, mely szerint egymást váltogatva következtek az ismétlő kérdések, új anyagot tárgyaló részek, gyakorlást, ellenőrzést szolgáló feladatok, érdekes olvasmányok - mindig úgy, ahogy a tananyag feldolgozásának strukturája ezt megkívánta. Ugyanakkor - a tanárok

megítélése szerint - a tankönyv felépítése nem jelentett korlátozást a feldolgozásban, kellő mértékben érvényesülhetett a tanárok módszertani szabadsága.

A kísérleti tankönyv utolsó témakörét /Az elektromágneses indukció/ az 1975-76. tanévben a Tankönyvkiadó Vállalat Szabolcs-Szatmár és Heves megye 7-7 iskolájában próbáltatta ki kísérleti tanítás keretében. A kísérleti tanítás módszertani előkészítésében mi magunk is résztvettünk.

E kísérleti tanítás elsődleges célja az volt, hogy a Tankönyvkiadó Vállalat közvetlen tapasztalatokat szerezzen a munkatankönyv kiadásával, terjesztésével, alkalmazásával kapcsolatos problémákról. Ezen túlmenően a tanítás a mi szempontunkból is sokrétűen hasznosítható tapasztalatokat hozott. A kísérleti tanításban résztvevő tanárok a témakör feldolgozása után írásban is rögzítették tapasztalataikat, amelyeket Szabolcs-Szatmár megyében Tóth Imre vezető szakfelügyelő, Heves megyében pedig a kísérleti tanítást végző tanárok egyike, Vigh Mária összegezett /Tóth Imre, 1976, Vigh Mária, 1976/.

A kísérleti munkatankönyv kidolgozásában, kipróbálásában szerzett kedvező tapasztalatok döntően befolyásolták annak az elhatározásnak a megszületését, hogy az 1978-ban bevezetett tanterv alapján fizikából munkatankönyvek kerüljenek kidolgozásra. A szerzők a tankönyv-sorozatukban felhasználták, érvényesítették és tovább fejlesztették a munkatankönyv "műfajának" kimunkálása során kialakult módszertani elveket és gyakorlati megoldásokat. /Kövesdi P. és munkaközössége, 1978., 1979., 1980./

4.2 Kísérleti szakkör az 5. osztályban

A 3.1 és a 3.2 fejezetben ismertetett eredmények szerint a vizsgált témakörökben az elektromosságtani előismeretek jelentős részében nem volt lényeges eltérés az 5. és a 8. osztályos tanulók között. Ez a tény arra adott ösztönzést, hogy megvizsgáljuk, milyen mértékben és milyen eredményességgel dolgozhatók fel az 5. osztályban a legalapvetőbb, legegyszerűbb elektromosságtani ismeretek.

A kísérleti tanítás hipotézise: az elektromosságtani alapismereteket, a kvalitatív összefüggéseket tapasztalati alapon már az 5. osztályban is el tudják sajátítani a tanulók megfelelő szinten. Ehhez megfelelő alapot biztosítanak a tanulók előismeretei, s kedvező feltételt nyújt a tanulók e korban megnyilvánuló, fokozott érdeklődése az elektromosság iránt. Szükségessé teszi az elektromosságtan elemeivel való mielőbbi megismerkedést a balesetmegelőzési tudnivalók megismertetésének igénye. /Amíg csak a 8. osztályban tanítottunk fizikát, a lemorzsolódás miatt minden tizedik tanuló úgy hagyta el az általános iskolát, hogy semmit sem tanult az elektromosságról és az ezzel összefüggő balesetmegelőzési szabályokról./

A kísérleti tanításra - az adott lehetőségek mellett - az 5. osztályban e célra szervezett szakköröket tartottuk a legalkalmasabbaknak.

A tanulók elektromosságtani előismereteire alapozva azokat az elektromosságtani ismereteket kívántuk feldolgozni, amelyek bővítik a tanulók tapasztalatait, s előkészítik a további, kvantitatív összefüggéseket is feldolgozó ismeretszerzést.

A szakkörben történő feldolgozás alapjául az a feladat-sorozat szolgált /kisebb módosítással/, amelyet a 8. osztály I-II. témakörének kísérleti tanításához állítottunk össze /4.1 fejezet/. Ebben az osztályban is ugyanazokat a módszertani utmutatásokat adtuk a kísérleti tanítást végző tanárok számára, mint a 8. osztályban.

Mivel az elektromosságtani előismeretek vizsgálata azt mutatta, hogy a tanulók elsősorban a technika oldaláról közelítve jutnak fizikai ismeretekhez, ebben az osztályban különösen fontos feladatnak tekintettük a gyakorlati problémák előtérbe állítását, megoldását, s ezekhez kapcsolva eljuttatni a tanulókat az új fizikai ismeretekhez.

Ilyen megfontolásból kiindulva terveztettük meg a tanulókkal például a kézre veszélyes gépek balesetvédelmét szolgáló kapcsolás modelljét. /A gép csak akkor működik, ha a munkás egyidejűleg zár mindkét kezével egy-egy kapcsolót./ E feladatnak így sokkal nagyobb volt a motiváló hatása, mintha ehelyett azt mondjuk a tanulóknak, hogy állítsanak össze egy zsebizzóból /vagy egy motormodellből/ és két sorba kapcsolt kapcsolóból áramkört.

Hasonló indítékok alapján vettük be a tervezetbe a hajszáritó modelljének az összeállítását is. /A második kapcsoló csak akkor zárja a fűtőszál áramkörét, ha az első kapcsolóval zárjuk a motor áramkörét./ Ennek az áramkörnek a "megtervezése", modellezése zsebteleppel, izzóval, motormodellel, kapcsolókkal sokkal nagyobb indítékot, megvalósítási vágyat váltott ki a tanulókból, mintha csak azt a feladatot kapják, hogy kapcsoljanak két fogyasztót párhuzamosan a zsebtelep áramkörébe, s iktassanak kapcsolót a főágba és az egyik mellékágba. Ez utóbbi megoldással csökkentettük volna a gondolkodásra nevelés lehetőségét is, hiszen "készen" adtuk volna a kapcsolás módját is.

A tervezet kipróbálása

A kísérleti szakköröket az 1971-72. és az 1972-73. tanévben ugyanazokban az iskolákban szerveztük, amelyekben a 8. osztályos kísérleti tanítás is folyt. A szakköröket ugyanazok a tanárok vezették, akik a 8. osztályos kísérleti tanítást végezték. Ez nemcsak szervezési okokból volt célszerű, hanem azért is, mert az 5. osztályos kísérleti szakkör munkájában hasznosítani kívántuk a 8. osztályos kísérleti tanítás tapasztalatait is.

Hogy a kísérleti szakkör tapasztalatait minél szélesebb körben tudjuk hasznosítani és általánosítani, a szakkörök szervezését oly módon kértük, hogy tagjaik között ne csak jó tanulók legyenek, hanem a csoport összetétele tanulmányi

eredmény szempontjából megközelítően azonos legyen az adott osztály összetételével. Az 1972-73. tanévben három iskolában egy-egy osztály létszámának megfelelő nagyságu csoportot szerveztek az ott tanító tanárok.

A kísérleti szakkörben - mint említettük - fel akartuk használni a tanulók elektromosságtani előismereteit is. Ezért a szakkörbe jelentkezett tanulókkal is elvégeztük az elektromosságtani előismeretekkel kapcsolatos vizsgálatnak azt a részét, amely kapcsolódik az 5. osztályos témajavaslat anyagához.

A tanulók által elért eredményeket a 34. táblázat mutatja. Összehasonlításképp közöljük a 8. osztályos "megfeleltetett" kísérleti és kontroll csoport eredményeit is.

34. táblázat

	5.osztályos szakkör	8. osztály kísérleti és kontroll
A tanulók száma	104	132+132
1. Vezetők megnevezése, átlagosan	2,2	2,7
2. Szigetelők megneve- zése, átlagosan	2,4	2,8
3. Hiba felismerése, ha az izzólámpa nem vi- lágít /átlag/.	2,9	3,5
4. Soros és párhuzamos kapcsolás megkülön- böztetése kísérlet és rajz alapján	39%	53%
5. A lakás elektromos hálózata és az előző párhuzamos kapcsolat közti hasonlóság fel- ismerése	29%	45%
6. Kísérleti összeállí- tás "tervezése" az anyag vezetőképeségé- nek megállapítására	28%	34%

Eredmények, tapasztalatok

Az 5. osztályos szakkör utófelmérésének feladatai - a számítást igénylő feladatok elhagyásával - azonosak voltak a 8. osztályosok utófelmérésében szereplő feladatokkal. Az 1-6. feladat azonos volt a 8. osztályos 1-6. feladattal, s az 5. osztályosok 7. feladatát a 8. osztályos utolsó, 14. feladat képezte /4.1 fejezet/. A maximálisan elérhető pontszám 12 volt.

Az utófelmérésben az 5. osztályos tanulók a 35. táblázatban látható eredményeket érték el. Mivel az 5. osztályos tanulók eredményeit a 8. osztályosok eredményeivel akarjuk összehasonlítani, a táblázatban közöljük a 8. osztályos kísérleti és kontroll csoport által elért eredményeket is a 32. táblázat adatai alapján /1-6. és 14. feladat/.

35. táblázat

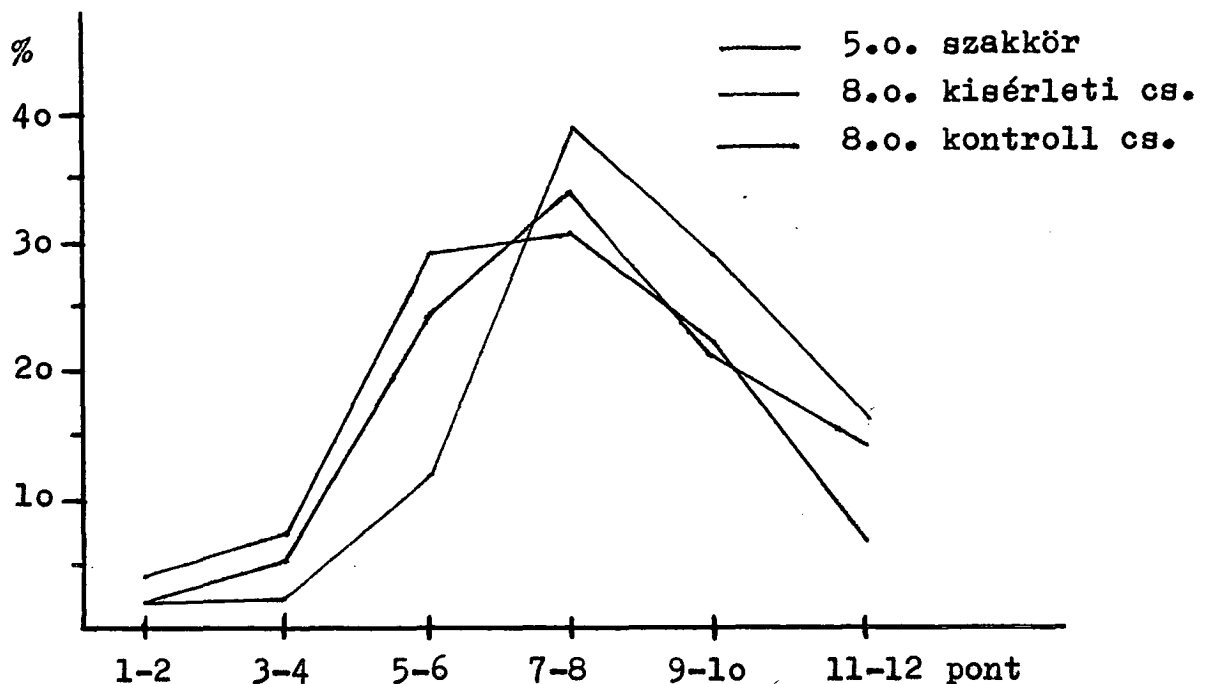
	5. osztályos szakkör	8. osztály	
		kisérleti csoport	kontroll csoport
A tanulók száma	104	132	132
1.a. feladat	89%	93%	92%
1.b. feladat	81%	90%	82%
1.b.b. feladat	72%	79%	68%
2.a. feladat	44%	35%	37%
2.b. feladat	39%	28%	32%
3. feladat	86%	93%	88%
4. feladat	95%	98%	91%
5. feladat	21%	25%	12%
6.a. feladat	83%	88%	77%
6.b. feladat	45%	78%	39%
6.c. feladat	69%	70%	59%
7. feladat	45%	53%	38%
Átlag	64%	69%	59%
Átlagos pontszám	7,70	8,30	7,14

Ha az 5. és a 8. osztályos tanulók eredményeit aszerint hasonlítjuk össze, hogy milyen eredményeket értek el az egyes tanulók, akkor a 36. táblázatban látható adatokat kapjuk.

36. táblázat

	5. osztály szakkör		8. osztály			
			kis. csop.		kontr.csop.	
	A tanu- lók	Rela- tív	A tanu- lók	Rela- tív	A tanu- lók	Rela- tív
1 pont	2	2%	1	1%	-	-
2 pont	-	-	1	1%	5	4%
3 pont	3	3%	-	-	2	2%
4 pont	2	2%	3	2%	7	5%
5 pont	8	8%	8	6%	21	16%
6 pont	17	16%	8	6%	18	13%
7 pont	14	13%	18	13%	20	15%
8 pont	22	21%	34	26%	21	16%
9 pont	12	11%	22	16%	13	10%
10 pont	10	10%	17	13%	16	12%
11 pont	10	10%	14	11%	7	5%
12 pont	4	4%	6	5%	2	2%
Összesen	104	100%	132	100%	132	100%

Ha ugyanezeket az adatokat grafikonon ábrázoljuk, az a 9. ábrán látható kép adódik.



9. ábra

a/ Először a 8. osztályos kísérleti csoport eredményével hasonlítjuk össze az 5. osztályos szakkör tanulói által elért eredményeket. Az F-próba szerint a két minta homogén. A 8. osztályos kísérleti csoport átlageredménye 0,6 ponttal /5,0%-kal/ jobb a vizsgált ismeretkörben, mint az 5. osztályos szakkör tanulóinak az átlageredménye.

A t-próba szerint számított érték / $t=2,11$ / nagyobb, mint a táblázat-beli érték / $t=1,96$ /. A két csoport közti különbség tehát szignifikáns /Ágoston Gy.-Nagy J.-Orosz S., 1971.: 316-320.1.; Félix, M.-Bláha, K., 1964.: 327., 332.1./.

Az 5. osztályos tanulók tehát nem érték el azt az eredményt, amelyet az előismeretek felhasználásával tanított kísérleti 8. osztályos csoport tanulói értek el.

b/ A következőkben a 8. osztályos kontroll csoport eredményeivel hasonlítjuk össze az 5. osztályos szakkör tanulói által elért eredményeket. A F-próba szerint a két minta homogén. A 8. osztályos kontroll csoport átlageredménye 0,56 ponttal /4,7%-kal/ gyengébb a vizsgált ismeretkörben az 5. osztályos szakkör tanulóinak átlageredményénél.

A t-próba szerint számított érték $t=1,86$ kisebb, mint a táblázat-beli érték $/1,96/$. A két csoport közti különbség tehát nem szignifikáns. Nincs tehát lényeges különbség a vizsgált ismeretkör elsajátításában az 5. osztályos szakkör tanulói és a "hagyományos" körülmények között tanuló 8. osztályosok között.

Visszatérve a hipotézisre: megállapítható, hogy az előismeretek felhasználásával már az 5. osztályos tanulók is el tudják sajátítani tapasztalati alapon az elektromosság-tani alapismereteket olyan szinten, mint a 8. osztályosok "hagyományos" keretek között, az előismeretek felhasználása nélkül. Az elsajátított ismeretek kellő alapot biztosítanak a következő osztályokban a kvantitatív összefüggéseket is tartalmazó ismeretkörök tanulásához és az alapvető balesetmegelőzési tudnivalók elsajátításához.

5. A VIZSGÁLAT EREDMÉNYEINEK ALKALMAZÁSA

Az alábbiakban az 1978-ban bevezetett tanterv elektromosságtannal és a sebességgel foglalkozó témaköreinek azokat a részeit, jellegzetességeit emeljük ki, amelyek közvetlenül kapcsolódnak vizsgálataink eredményeihez, kísérleti tanításunk tapasztalataihoz.

5.1 A vizsgálat eredményei és az ismeretek strukturája az 1978-as tantervben

Az elektromosságtani ismeretek vizsgálatunk körébe tartozó részének feldolgozása az általános iskolai nevelés és oktatás terve szerint megoszlik a fizika és a technika között oly módon, hogy a két tantárgy tananyaga szervesen egymásra épül. A technika keretében a tanulók a gyakorlati munkákból kiindulva haladnak az elméleti ismeretek felé. Ezáltal a technika tapasztalati anyagot, elektromosságtani alapismeretet, az áramkörök összeállításában jártasságot biztosít az elektromosságtan fizika órákon történő feldolgozásához. A fizika keretében tovább bővítjük a tanulók tapasztalatait, ismereteit, elsajátítják a tanulók az elektromosságtan alapvető fogalmait, összefüggéseit, törvényeit; s a technika ezeket ismét felhasználja, "a maga sajátos módján egybekap^{cs}olja, szintetizálja". /Az általános iskolai

nevelés és oktatás terve, 1978. III. kötet: 318., 440.1./.

A tantervi anyag ilyen strukturájú felépítése összhangban van vizsgálatunknak azzal a következtetésével, hogy a tanulók - szinte kivétel nélkül - az elektromosság gyakorlati alkalmazásai felől közelítenek az elektromosságtani ismeretekhez; az elektrotechnikán keresztül jutnak el az elektromosságtani ismeretek adott szintjéig /3.1 fejezet/.

Az elektromosságtani ismeretek feldolgozása az 1978-ban kiadott tanterv szerint - javaslatunknak megfelelően - az 5. osztályban kezdődik. A technika tantárgy keretében az "Anyagok és alakításuk" című témakörön belül vizsgálják a tanulók többek között a fémek tulajdonságait is. A fémek áramvezetésének kimutatása céljából először áramkört létesítenek a tanulók zsebtelepből s izzólámpából, majd az áramkörbe különféle anyagu huzalokat iktatnak. A tapasztalatok alapján megállapítják a tanulók, hogy a műanyag, a fa, a papír, a gumi, a porcelán szigetelőanyag, a fémek pedig vezetők. Megismerkednek a tanulók a vezetők és a szigetelők különféle felhasználási módjával, az elektromos balesetek forrásaival és megelőzésükkel is.

A 6. osztályban a "Technikai modellek készítése, szerelőgyakorlatok" című témakör feldolgozása során párhuzamosan és sorosan kapcsolt izzókat tartalmazó áramköröket állítanak össze a tanulók a technika órákon. Megismerkednek az egyszerű kapcsolók szerepével; különféle feltételeknek megfelelő áramköröket elemeznek, értelmeznek az igazságtáblázat és a matematikai logika felhasználásával. /Az általános

iskolai nevelés és oktatás terve, 1978. III. kötet: 394.,
401.1.; Somos J., 1974./

A 7. osztályban fizikából "Az elektromos áram" című témakörön belül először rendszerezzük a tanulók elektromosságtani előismereteit, majd megismertetjük a tanulókat az elektromos töltés, az elektromos áram és feszültség fogalmával, az áramerősség és a feszültség mérésével. Ezek ismeretében most már "magasabb szinten" tudják értelmezni a tanulók a soros és párhuzamos kapcsolást. További, mélyebb magyarázatot kapnak a tanulók tapasztalataikra Ohm törvényének megismerése, alkalmazása révén. Ily módon - a korábbi tantervtől eltérően - megfelelő időben tudjuk biztosítani a technika 8. osztályos tananyagához a szükséges elektromosságtani "elméleti" ismereteket.

A 8. osztályos technika tanterv "Elektromos szerelések" című témakörének feldolgozásakor új technikai alkalmazásokat ismernek meg a tanulók; s az áramköröket most már nem az elsődlegesen metodikai szempontokat érvényesítő tanulókiérletti eszközökből, hanem a gyakorlatban is alkalmazott elektromos szerelvényekből állítják össze.

A témakör második részében az elektromos vezérlés és szabályozás elemeibe nyernek bevezetést a tanulók. Mivel ez a témakör a tanév elején kerül feldolgozásra, jó előkészítést jelent a 8. osztályos fizikához, "Az elektromos áram hatásai; az indukció" című témakör tanításához, tanulásához. A koordináció jól megvalósítható, mivel ez a témakör a fizikában a tanév végén kerül sorra. /Az általános iskolai neve-

lés és oktatás terve, 1978. III. kötet: 304., 410.1.;
Tantervi útmutató..., 1977.: 20.1./.

Míg az 1963-ban bevezetett tanterv szerint az elektromossággal kapcsolatos baleset-megelőzési ismeretek csak a 8. osztályban szerepeltek, a nevelés és oktatás új terve szerint az adott tantervi anyaghoz kapcsolódóan már az 5. osztályban megismerkednek a tanulók a legfontosabb szabályokkal; majd a 6-8. osztályban fokozatosan bővülnek ezzel kapcsolatos ismereteik is /Az általános iskolai nevelés és oktatás terve, 1978. III. kötet: 304., 310., 394., 403., 410.1./. Így gyakorlatilag - a korábbiaktól eltérően - minden tanuló az elektromossággal kapcsolatos alapvető balesetmegelőzési ismeretek birtokában hagyja el az általános iskolát.

A tanulók iskolán kívüli ismeretszerzésének segítése érdekében, vizsgálatunk tapasztalatainak felhasználásával "Játékok zsebteleppel és mágnespatkóval" címmel könyvet dolgoztunk ki a 7-10 éves gyerekek számára. Az órán kívüli ismeretszerzés /ezen belül a szakköri munka/ segítése érdekében pedig "Kis elektrotechnikus" címmel jelentettünk meg egy könyvet a 10-14 éves tanulók számára. Mindkét kiadvány olyan struktúrában és olyan szinten dolgozza fel az elektromosságtani alapismereteket, hogy azt a tanulók az elektromosságtan szisztematikus feldolgozása előtt is megértsék /Zátonyi S. 1977.a.; 1980./.

A sebességgel kapcsolatos előismeretek vizsgálatára az 1978-as tanterv bevezetése után került sor. Így e vizsgálatnak nem lehetett befolyásoló hatása a sebességre vonatkozó ismeretek tantervi strukturájának kialakítására; inkább az utólagos kontroll szerepét töltheti be.

A vizsgálati adatok megerősítették a tantervnek azt a - tanítási tapasztalaton nyugvó - strukturális megoldását, hogy a 6. osztályban a kölcsönhatás és az erő fogalmának a tanításakor a sebesség fogalmát a hétköznapi szóhasználat szintjén, a köznapi értelemben használják a tanulók, a sebesség fizikai definíciójának, kiszámításmódjának, képletének megismertetése nélkül. A tanulók sebességgel kapcsolatos előismeretei olyan széles körűek, hogy azokra kellő biztonsággal lehet alapozni a kölcsönhatás és az erő tanításakor.

A vizsgálat adatai ugyanakkor arra is figyelmeztetnek, hogy a 8. osztályba lépő tanulók számára annyira ismert a sebesség fogalma, hogy az egyenesvonalu egyenletes mozgás és a sebesség adott szinten, új anyagként való tárgyalása nem motiváló hatású a számukra. Nagyobb mértékű tantervi korrekció vagy új tanterv kidolgozása esetén célszerű lenne a tananyag olyan elrendezése, mely szerint az egyenesvonalu egyenletes mozgás és a sebesség fogalma korábban kerülne feldolgozásra.

5.2 A vizsgálat eredményei és a tanítás-tanulás módszerei

Az általános iskolai új fizika tanterv a cél és feladatok meghatározásán, a tananyag felsorolásán és a követelményeken kívül tartalmazza a fizikatanítás módszertani alapelveit is. Ezek között - vizsgálatunk konklúziójával összhangban - a következőket olvashatjuk: "Támaszkodnunk kell a fizikatanításban a tanulók előismereteire is. Ez egyrészt a matematika, a környezetismeret és a technika tantárgy keretében korábban elsajátított, kapcsolódó ismereteket, másrészt az iskolán kívül szerzett ismeretek számbavételét, felhasználását és továbbfejlesztését jelenti". /Az általános iskolai nevelés és oktatás terve, 1978. III. kötet: 318.1.; Zátonyi S., 1977.b.: 19.1./.

A tantervi útmutató - miután konkrétan felsorolja az 1-5. osztály tanterve alapján a fizika tanításában hasznosítható ismereteket - a következőket írja: "Széleskörű és sokoldalú tehát az a fizikával összefüggő ismeretanyag, amelyet a tanulók az 1-5. osztályban szereznek a környezetismeret, a matematika és a technika tantervi anyagának feldolgozása során. Emellett nagyon sokrétű és különböző mélységű iskolán kívül szerzett ismerettel rendelkeznek a tanulók. Mivel az új anyag feldolgozása csak akkor lehet hatékony, ha az a tanulók ténylegesen meglevő ismereteire épül, szükséges a tanulók iskolai és iskolán kívüli előismereteiről tájékozódunk az egyes témakörök feldolgozása előtt. Számításba kell

vennünk azt is, hogy a tanulók egyes ismeretkörökön belül kevesebb, bizonytalanabb ismeretekkel rendelkeznek, mint azt a tanterv alapján gondoljuk; más ismeretkörökben pedig a követelményeket meghaladó tájékozottságot mutatnak a tanulók.

Figyelembe kell vennünk azt is, hogy a tanulók egyes szavakat nem ugyanabban az értelemben használnak, mint azt a fizika tanterv alapján megkívánjuk... Jelentősen megkönnyítjük e fogalmak megértését, ha a megismert fizikai tartalmat összehasonlítjuk a hétköznapi szóhasználattal, s határozottan rögzítjük az adott fogalom fizikai tartalmát" /Tantervi utmutató..., 1977.: 13-14.1./.

A fizika tanterv - vizsgálatainkkal összhangban - központi szerepet szán a tanulói tevékenységnek: "Mivel a tanulók személyisége tevékenység révén fejlődik, az oktatási folyamat egészében biztosítanunk kell a tanulói tevékenységet: a manuális /külső/ és a gondolkodási /belső/ tevékenységet egyaránt. A fizikatanítás mindhárom évében biztosítanunk kell a tanulók számára a közvetlen tapasztalatszerzés lehetőségét. Ezért a tananyagot kísérletekre alapozottan kell feldolgoznunk".

Ezután a tanulói kísérletek, fizikai gyakorlatok és a tanári kísérletek, szerepéről olvashatunk. A tanári kísérletekkel kapcsolatban is fontosnak tartja a tanterv, hogy azokat "olyan módon mutassuk be, hogy a tapasztalatok megállapításában, azok értelmezésében, elemzésében, az összefüggések megállapításában minél nagyobb szerep jusson a ta-

nulóknak". Ugyanezt a gondolatot részletesebben kifejtve tartalmazza a tantervi utmutató is, a munkatankönyv használatával kapcsolatos javaslatai között. /Az általános iskolai nevelés és oktatás terve, 1978. III. kötet: 317-318.1.; Tantervi utmutató..., 1977.: 46.1./.

A fentiek alapján megállapítható tehát, hogy az általunk végzett előismeret-vizsgálatok és kísérleti tanítások tapasztalatainak jelentős része felhasználást nyert az 1978-as tantervben, mind a tananyag strukturáját, mind a javasolt módszereket tekintve. Így remény van arra, hogy kutatási eredményeink hatása széles körben érvényesül általános iskolai fizikatanításunk gyakorlatában.

- x -

Az elektromossággal és a sebességgel kapcsolatos előismeretek feltárásával, alkalmazásával kapcsolatban szerzett kedvező tapasztalatok felhívják a figyelmünket arra, hogy szükséges az ilyen jellegű vizsgálatokat más témakörökre, más tantárgyakra is kiterjeszteni. Általában: a tanítás-tanulás folyamatának hatékonyabbá tétele elengedhetetlenné teszi, hogy az eddigieknél alaposabban, konkrétabban ismerjük meg tanulóink előzetes ismereteit, tapasztalatait, gondolkodásmódját, fejlettségi szintjét.

I R O D A L O M

- Aebli, H., 1951. Lélektani didaktika. Piaget lélektanának didaktikai alkalmazása. OPK. D-13053
- Ágoston György, 1962. Pedagógia I. A nevelés elmélete. Tankönyvkiadó, Bp. 244.1.
- Ágoston György, 1976. A pedagógia alapfogalmai és a nevelési célrendszer. Akadémiai Kiadó, Bp., 182.1.
- Ágoston György-Nagy József-Orosz Sándor, 1971. Méréses módszerek a pedagógiában. Tankönyvkiadó, Bp., 372.1.
- Az általános iskolai nevelés és oktatás terve. 1978.
/Szerk.: Szebenyi Péter/ OM-OPI., Bp., I.: 154.1.
II.: 300 l., III.: 552.1.
- Balázs Sándor, 1972. Egy felmérés tapasztalatai Zala megyében. A Fizika Tanítása, 1.sz. 6-15.1.
- Barkóczy Ilona-Putnoky Jenő, 1967. Tanulás és motiváció. Tankönyvkiadó, Bp., 284.1.
- Báthory Zoltán, 1973. 7 standardizált tantárgyteszt. /Az OPI Tudományos Bizottságának Közleményei./ OPI, Bp., 252.1.
- Bayer István, 1960/a. A fizikatanítás eredményességének vizsgálata az általános iskolában. Tanulmányok a neveléstudomány köréből, 1959. Akadémiai Kiadó, Bp.
- Bayer István, 1960/b. A fizikatanítás eredményességének vizsgálata az általános iskola VIII. osztályában. A Természettudományok Tanítása, 3.sz. 136-146.1.

- Bayer István, 1973. Fizikai alapfogalmak - fizikai feladatlapok. Országos Pedagógiai Intézet, Bp. 134.1.
- Bogojavlenszkij, D. N.-Kalmikova, Z.I.-Kudrjavcev, T.V., 1966. A gondolkodás fejlesztése iskolai feladatok megoldása útján. /Pszichológia a gyakorlatban, 7. kötet./ Akadémiai Kiadó, Bp. 152.1.
- Bogojavlenszkij, D.N.-Mencsinszkaja, N.A., 1965. Az iskolai ismeretelsajátítás pszichológiája. Tankönyvkiadó, Bp., 292.1.
- Buzás László, 1974. A csoportmunka. Tankönyvkiadó, Bp., 322.1.
- Csákány Antalné-Károlyházy Frigyes, Fizika 6. Munkatankönyv az általános iskola 6. osztálya számára. Tankönyvkiadó, Bp., 1982. 152.1.
- Elkonyin, B.B.-Davidov, V.V., 1972. Életkor és ismeretszerzés. Tankönyvkiadó, Bp.
- Felix, M.-Bláha, K., 1964. Matematikai statisztika a vegyiparban. Műszaki Könyvkiadó, Bp., 1964. 336.1.
- Gecső Ervin, 1974. Egy nemzetközi pedagógiai felmérésről. A Fizika Tanítása, 2. sz. 33-38.1.
- Gergely Péter-Zátonyi Sándor, 1970. Tanulói kísérletek az általános iskolák fizika tanításához. Tankönyvkiadó, Bp., 176.1.
- Inhelder, B.-Piaget, J., 1967. A gyermek logikájától az ifjú logikájáig. A formális műveleti struktúrák kialakulása. Akadémiai Kiadó, Bp., 336.1.
- Kardos Lajos, 1964. Általános pszichológia. Tankönyvkiadó, Bp., 284.1.

- Kelemen László, 1960. A tanulók gondolkodása 6-10 éves korban. Tankönyvkiadó, Bp. 172.1.
- Kelemen László, 1963. A 10-14 éves tanulók tudásszintje és gondolkodása. Akadémiai Kiadó, Bp.
- Kelemen László, 1967. A pedagógiai pszichológia alapkérdései. Tankönyvkiadó, Bp. 392.1.
- Kelemen László, 1970. A gondolkodás nevelése az általános iskolában. Tankönyvkiadó, Bp. 432.1.
- Kiss Árpád, 1960, 1961. Iskolás tanulóink tudásszintjének vizsgálata. Pedagógiai Szemle, 1960/7-8-9.sz., 1961. 7-8.sz.
- Kiss Árpád, 1969. Bevezetés J.Piaget "Válogatott tanulmányok" c. könyvéhez. Gondolat Kiadó, Bp. 5-33.1.
- Kiss Árpád, 1973. A tanulás programozása. Tankönyvkiadó, Bp. 368.1.
- Kovács Zoltán-Zátonyi Sándor, 1964. Fizika az általános iskolák 6. osztálya számára. Tankönyvkiadó, Bp. 152.1.
- Kovács Zoltán-Zátonyi Sándor, 1965/a. Fizika az általános iskolák 7. osztálya számára. Tankönyvkiadó, Bp. 232.1.
- Kovács Zoltán-Zátonyi Sándor, 1965/b. Tanári kézikönyv a fizika tanításához. 6. osztály, Tankönyvkiadó, Bp. 300.1.
- Kovács Zoltán-Zátonyi Sándor, 1966/a. Fizika az általános iskolák 8. osztálya számára. Tankönyvkiadó, Bp. 200.1.
- Kovács Zoltán-Zátonyi Sándor, 1966/b. Tanári kézikönyv a fizika tanításához. 7. osztály. Tankönyvkiadó, Bp. 280.1.

- Kovács Zoltán-Zátonyi Sándor, 1967. Tanári kézikönyv a fizikatanításhoz. 8. osztály. Tankönyvkiadó, Bp. 240.1.
- Kövesdi Pál és munkaközössége, 1978., 1979., 1980. Fizika 6. Munkatankönyv az általános iskola 6. osztálya számára. Tankönyvkiadó, Bp. 160.1. - U.a. 7.o., 152.1. - U.a. 8.o.
- Küronya István, 1971. Kémia az általános iskolák 7. osztálya számára. 8., átdolgozott kiadás. Tankönyvkiadó, Bp.
- Lénárd Ferenc, 1964/b. A problémamegoldó gondolkodás. Akadémiai Kiadó, Bp. 388.1.
- Lénárd Ferenc, 1967. A tanulók gondolkodási tevékenységének fejlesztése a fizika órákon. A Fizika Tanítása, 6.sz. 167-171.1.
- Mérei Mária-Pápai Gyuláné-Smidéliusz Zsuzsa, 1972. A tanulók olvasási készsége és a fizikatanulás eredményessége. A Fizika Tanítása, 6.sz. 161-163.1.
- Mravik Mihály, 1967. A 8. osztályos fizikatankönyv néhány tanítási tapasztalata. A Fizika Tanítása, 6.sz. 171-178.1.
- Nagy László, 1970. Az ismeretek alkalmazásának pszichológiai problémái. Tankönyvkiadó, Bp. 160.1.
- Nagy Sándor, 1967. Didaktika. Tankönyvkiadó, Bp.
- Nyilas Dezső, 1967. Gondolatok az 1967-68. tanév elé. A Fizika Tanítása, 4.sz. 97-99.1.
- Nyilas Dezső, 1970. Az általános iskolai fizikatanterv végrehajtásának tapasztalataiból. A Fizika Tanítása, 1.sz. 1-5.1.

Pápai Gyuláné-Smidéliusz Zsuzsa-Zátonyi Sándor, 1974.

Fizika az általános iskolák 8. osztálya számára.
/Kísérleti tankönyv/ Kézirat. Stencilezett anyag.
OPI, Bp.

Piaget, J., 1956. A genetikai pszichológia problémái. Vop-
roszi Pszichológiai, 3.sz. OPK. D-12 394.

Piaget, J.-Fraisse, P.-Reuchlin, M., 1967. A kísérleti psi-
chológia módszerei. Akadémiai Kiadó, Bp. 264.1.

Piaget, J. 1969. Válogatott tanulmányok. Gondolat Kiadó,
Bp. 552.1.

Pietrasinszki, Z., 1967. A helyes gondolkodás pszichológiája.
Gondolat Kiadó, Bp. 272.1.

Rubinstein, Sz.K., 1977. Az általános pszichológia alapjai.
I-II. kötet. IV. kiadás. Akadémiai Kiadó, Bp.
1104.1.

Salamon Jenő, 1964. Gyermekek gondolkodása a cselekvésben.
Akadémiai Kiadó, Bp. 318.1.

Salamon Jenő, 1973. A gyakorlati problémamegoldás fejlődése
6-14 éves korban. Akadémiai Kiadó, Bp. 294.1.

Smidéliusz Zsuzsa, 1972. Koncentráció az általános iskolai
fizika és kémia között. A Fizika Tanítása, 3.sz.
65-69.1.

Smidéliusz Zsuzsa, 1973. Vizsgálatok a tanulók gondolkodá-
sának köréből. Pedagógiai Szemle, 3.sz. 251-256.1.

Somos János, 1974. A gyakorlati foglalkozás és a fizika kap-
csolata. A Fizika Tanítása, 3.sz. 77-84.1.

Szarka József, 1971. A nevelési tapasztalat. Akadémiai
Kiadó, Bp. 138.1.

Tanterv és utasítás az általános iskolák számára. 1963.
/Szerk.: Miklósvári Sándor/ Tankönyvkiadó, Bp.
672.1.

Tantervi útmutató az általános iskolák számára. 1977.
Fizika 6-8. osztály. Tankönyvkiadó, Bp. 64.1.

Tapasztalatok a 8. osztályos kísérleti fizikatanítással
kapcsolatban. Dobovánszky Nándor, Mérei Mária,
Molnár Béla, Pápai Gyuláné, Smidéliusz Zsuzsa,
Tamás Lajos jelentése az OPI számára. Kézirat,
1972. 120.1.

Tapasztalatok az 5. osztályos kísérleti szakkörrel kapcsol-
latban. Dobovánszky Nándor, Mérei Mária, Molnár
Béla, Pápai Gyuláné, Smidéliusz Zsuzsa, Tamás
Lajos jelentése az OPI számára. Kézirat, 1972.
1973. 240.1.

Tatár István, 1970. A fizikatanítás helyzete Csongrád város
általános iskoláiban. A Fizika Tanítása, 2.sz.
34-40.1.

Tihanyi Ferenc, 1968. A fizika tanításának előzményei az
általános iskolában. I-II. rész. A Fizika Tanítása,
2.sz. 33-47.1., 3.sz.: 65-81.1.

Tóth Imre, 1977. Munkáltató jellegű tankönyvrészlet kísérleti
tanításának Szabolcs-Szatmár megyei tapasztalatai-
ból. A Fizika Tanítása, 1.sz.

- Varga Lajos, 1967. A tanulói kísérletezés eredményes formái és módszerei az általános iskolai fizikatanításban. Kandidátusi értekezés tézisei.
- Varga Lajos, 1970. A tanulói kísérletezés néhány nevelési vonatkozása. I-II.rész. A Fizika Tanítása, 2.sz. 33-37.l., 3.sz.: 70-73.l.
- Varga Lajos, 1972. Tanulói kísérletezés a fizika tanításában. Tankönyvkiadó, Bp. 236.l.
- Varga Lajos, 1975. Munkafüzet a tanulói kísérletekhez. Fizika 8. osztály. Tankönyvkiadó, Bp. 40.l.
- Varga Lajos-Zátonyi Sándor, 1974. 1975. Az általános iskolai témazáró feladatlapokkal végzett vizsgálat eredményei. I-III.rész. A Fizika Tanítása, 4.sz.: 105-106.l., 5.sz.: 136-137.l., 1.sz.: 9-10.l.
- Varga Lajos-Zátonyi Sándor, 1977. Vizsgálat az általános iskolai témazáró feladatlapokkal. Megjelent a "Fizikatanításunk eredményessége, fizikatanításunk jövője" c. kötetben. 47-100.l. Országos Pedagógiai Intézet, Bp.
- Veidner János, 1975. Standardizált témazáró tesztek. Fizika, általános iskola. JATE Pedagógiai Tanszéke, Szeged, 6. osztály: 280.l., 7.osztály: 259.l., 8. osztály 201.l.
- Vigh Mária, 1976. A munkáltató tankönyv használatának Heves megyei tapasztalataiból. /Kézirat/ 8.l.
- Vigotszkij, L.Sz., 1971. Gondolkodás és beszéd. Akadémiai Kiadó, Bp. 406.l.

- Zátonyi Sándor, 1969. A tanulók gondolkodásának fejlődés-
lélektani vizsgálata a fizika tanításához. Magyar
Pedagógia, 3.sz. 260-279.1.
- Zátonyi Sándor, 1972. Tanulmányok az általános iskolai fi-
zikatanítás köréből. Megjelent a "Pedagógiai Ta-
nulmányok" c. kötetben. /Szerk.: Zalka György/
A Győr-Sopron megyei Tanács VB Művelődésügyi Osz-
tálya kiadványa, Győr, 5-64.1.
- Zátonyi Sándor, 1973/a. A tanulók elektromosságtani előis-
mereteinek vizsgálata. A Fizika Tanítása, 5.sz.
140-148.1.
- Zátonyi Sándor, 1973/b. Vizsgálat és kísérlet a tanulók gon-
dolkodásának köréből. Pedagógiai Szemle, 11.sz.
1025-1035.1.
- Zátonyi Sándor, 1974/a. Kísérlet az elektromosságtani alap-
ismeretek 5. osztályban történő feldolgozására.
A Fizika Tanítása, 3.sz. 90-96.1.
- Zátonyi Sándor, 1974/b. Rejtett vezetékes tábla. A Fizika
Tanítása, 5.sz. 158-159.1.
- Zátonyi Sándor, 1975/a. Előismeret és tapasztalat a fizika-
tanításban. Köznevelés, 20.sz. 3-4.1.
- Zátonyi Sándor, 1975/b. Általános iskolai tanulók előisme-
reteinek vizsgálata. Pedagógiai Szemle, 10. sz.
930-937.1.
- Zátonyi Sándor, 1977/a. Kis elektronikus. Tankönyvkiadó,
Bp. 112.1.

Zátonyi Sándor, 1977/b. A fizika tartalmi megújítása az általános iskolában. Országos Pedagógiai Intézet, Bp. 48.1.

Zátonyi Sándor, 1980. Játékok zsebteleppel és mágnespatkóval. Móra Könyvkiadó, Bp. 60.1.

Zátonyi Sándor, 1981. Elektromosságtani előismeretek. Tankönyvkiadó, Bp., 234.1.

Zátonyi Sándor, 1982. Eredményvizsgálat témazáró feladatlapokkal /Fizika 6-8. osztály/ Országos Pedagógiai Intézet, 132.1.

Zátonyi Sándor, 1983/a. A tanulók előismeretei a sebességről. Köznevelés, 28.sz.

Zátonyi Sándor, 1983/b. A fizikai feladatok megoldása és a tanulók gondolkodása. Tankönyvkiadó, Bp., 208.1.